5.
PRODUCCIÓN

5.1 CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LA MADERA DE PINO OREGÓN

5.1.1 Descripción general

La calidad de la madera de Pino oregón es variable, dentro de los distintos sitios de su distribución natural. Así por ejemplo, la densidad de la madera está especialmente influenciada por el sitio y la edad del árbol (Cown, 1992).

En su región nativa, la densidad es moderada, alcanzando hasta 545 kg/m^3, secado al aire. En Nueva Zelanda se ha detectado que fluctúa entre 360 y 410 kg/m^3, en función de la procedencia evaluada. En Chile en tanto, la densidad anhidra es de 426 kg/m^3 (New Zealand Forest Research Institute; 1978, cit. por Droppelmann, 1986; Pérez, 1983).

Es posible realizar una analogía entre la madera de ***Tsuga sp*** y la de Pino oregón, ya que tienen características tecnológicas similares (INFOR, 1995c).

Presenta una angosta albura de color claro, usualmente de menos de 5 cm de ancho. Esto es especialmente válido en rodales naturales viejos, pero en material de segundo crecimiento, puede ser hasta de 7,5 cm de ancho. Esta consideración adquiere relevancia ya que en general, el mercado hace distinción entre los árboles provenientes de bosques antiguos o de segundo crecimiento, siendo mejor considerados los primeros (Cown, 1992).

Por otra parte, el color del duramen va desde amarillento hasta café rojizo. La madera temprana y la madera tardía tienen una diferencia notoria de color, siendo la madera tardía más oscura, definiéndose bandas muy marcadas. Estas diferencias de color, dan como resultado un patrón de grano distintivo cuando un tronco es aserrado o debobinado.

Los troncos de árboles grandes, que crecen en la costa de su distribución natural están libres de ramas para casi todo su largo. Por esta razón la madera está disponible en trozas largas y en tamaños grandes, como madera libre de nudos y madera estructural (Mullins y McKnight, 1981).

En cuanto a su resistencia, el Pino oregón es la conífera comercial más dura de la zona noroeste del Pacífico, y por eso es usado extensamente para propósitos estructurales.

INFOR

5.1.2 Procesamiento

La madera se seca fácil y rápidamente porque el duramen generalmente tiene un contenido de humedad bajo el 40 %. Los ejemplares que crecen en la costa entregan una madera relativamente fácil de impregnar, mientras que la proveniente del interior es más difícil de tratar, porque las características naturales de la especie la hacen menos permeable. La madera es fácil de trabajar a mano o con herramientas de poder y es fácilmente pegada (Mullins y McKnight, 1981).

Según Cown (1992), el Pino oregón es una especie más estable en el secado que el Pino radiata, que requiere menor tiempo y tiene menores problemas durante el proceso. Como madera recién cortada no presenta problemas de mancha como la de Pino radiata, a no ser que sea mantenida durante mucho tiempo en esas condiciones y sin tratamiento.

No obstante, un estudio realizado por Ramírez (1984, cit. por Prado *et al.*, 1986) indica que el secado de esta madera presenta ciertas dificultades, pues sus resultados fueron de regular calidad. Entre los defectos detectados, el más común fue el alabeo, seguido por la aparición de grietas en las caras. Los problemas disminuyen en maderas duraminizadas. Afortunadamente en Norteamérica, Nueva Zelanda y otros países se han desarrollado técnicas adecuadas para el secado de la especie, las cuales podrían ser empleadas como guías en la solución de tales problemas en nuestro país.

5.1.3 Resistencia a la pudrición

Es moderadamente resistente a la pudrición y por eso en muchas situaciones se usa no tratada. Bajo condiciones que favorecen la pudrición, debe ser tratada a presión con preservantes para prolongar su vida útil (Mullins y McKnight, 1981).

5.1.4 Usos de la madera

Siendo una de las maderas más conocidas en el mundo, es empleada para más propósitos que cualquier otra madera de Canadá, a pesar de que su volumen de explotación ha sido excedida por la extracción de ***Picea spp.*** y ***Tsuga spp.*** Es comúnmente empleada como madera aserrada y tableros contrachapados, en edificios y construcciones. Otros usos importantes son como madera estructural, pilotes, durmientes para ferrocarril, puentes, estacas para minas, crucetas, marcos, puertas y ventanas, pisos, muebles, chapas y terciados, terminaciones de interiores, cajones, envases, tonelería, madera laminada y para pulpa kraft. Es usada a veces en postes y cuartones, y en construcción de botes y barcos (Mullins y McKnight, 1981; Pérez, 1983).

Según Cown (1992), el Pino oregón que crece en Nueva Zelanda es adecuado para producir postes de transmisión tratados, resultando de mejor calidad que los de Pino radiata, así como postes provenientes de los raleos. En general, de buenos rodales

INFOR

se obtiene madera aserrable de buena calidad, y muchas veces de mejor forma que la de Pino radiata. Estudios realizados en este país han mostrado que más de un 60 % del material es apto para usos estructurales, lo cual justifica principalmente la forestación con esta especie.

A su vez, las astillas de Pino oregón, desecho de aserraderos son usadas en plantas de celulosa o para la formación de tableros reconstituidos de fibra. Dado su color más oscuro, el Pino oregón es usado como material al interior de los tableros, dejando afuera maderas más claras como la de Pino radiata. Además, es una importante especie para la producción de celulosa en la costa oeste de Norteamérica, principalmente usando material de desecho de aserraderos. Es muy común mezclar la pulpa de Pino oregón con la de otras especies, para aumentar la resistencia del papel.

A continuación, en los Cuadros 15 a 19, se resume la información sobre propiedades físicas y mecánicas del Pino oregón cultivado en Chile.

CUADRO 15

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE PINO OREGÓN EN CHILE

<table>
<tr><th>Propiedad</th><th colspan="6">Valores</th><th>Lugar</th><th>Fuente</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Densidad (kg/m³)</td><td colspan="3">Estado verde</td><td colspan="3">Estado seco (humedad = 12%)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Aparente</td><td>Básica</td><td>Anhidra</td><td>Aparente</td><td>Básica</td><td>Anhidra</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>710</td><td>344</td><td>398</td><td>446</td><td>477</td><td>426</td><td></td><td>Pérez (1983)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>420</td><td></td><td>Costa de Valdivia</td><td>Díaz-Vaz et al. (1988)</td></tr>
<tr><td></td><td>736</td><td>330</td><td>388</td><td>440</td><td>402</td><td>423</td><td></td><td>Pérez (1982)</td></tr>
<tr><td>Durabilidad</td><td colspan="6">Durabilidad: 3. Madera poco durable, de la cual se espera una vida útil superior a un año pero inferior a cinco, cuando están en servicio sin tratamiento preservador; de una calidad comercial promedio usada en contacto con el suelo y en condiciones climáticas normales en Chile</td><td></td><td>Pérez (1983)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Contracción (%)</td><td colspan="6">Desde estado verde a 0% de contenido de humedad</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Tangencial</td><td colspan="2">Radial</td><td colspan="2">Volumétrica</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">9,2</td><td colspan="2">5,7</td><td colspan="2">14,9</td><td rowspan="2">Costa de Valdivia</td><td rowspan="2">Pérez (1983); Díaz-Vaz et al. (1988)</td></tr>
<tr><td colspan="2">7,5</td><td colspan="2">4,8</td><td colspan="2">20,3</td></tr>
</table>

INFOR

CUADRO 16

PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROCEDENCIAS CHILENAS

(Estado: seco al aire 11 a 12 %)

Lugar				**Nueva Imperial**	**Villarrica**	**IX Región**
Peso específico			kg/m³	371	445	408
Flexión	Tensión al límite de proporcionalidad		kg/cm²	358	622	497
	Módulo de rotura		kg/cm²	678	894	792
	Módulo de elasticidad		ton/cm²	84,1	102,8	94
Tenacidad	Tangencial	Resistencia máxima	N cm	2.543	3.283	2.928
	Radial	Resistencia máxima	N cm	1.590	1.868	1.734
Compresión	Paralela	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	198	284	241
		Tensión máxima	kg/cm²	329	433	381
		Módulo de elasticidad	ton/cm²	80.1	124,5	102,3
	Normal	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	52	71	62
		Tensión máxima	kg/cm²	98	131	115
Tracción normal	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	17	18	18
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm²	13	11	12
Dureza	Normal	Carga máxima	kg	237	302	270
	Paralela	Carga máxima	kg	368	480	424
Cizalle	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	81	80	80
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm²	84	86	85
Clivaje	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm	27	26	26
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm	23	27	25
Extracción de clavo	Normal	Carga máxima	kg	74	97	85
	Paralela	Carga máxima	kg	18	51	34

Fuente: INFOR (1962, cit. por Pérez, 1982)

INFOR

CUADRO 17

PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROCEDENCIAS DE ESTADOS UNIDOS

(Estado: seco al aire 11 a 12 %)

Lugar				**Costa**	**Inter-medio**	**Monta-ña**	**Costa**
Peso específico			kg/m³	480	440	430	480
Flexión	Tensión al límite de proporcionalidad		kg/cm²	546	518	441	567
	Módulo de rotura		kg/cm²	854	784	672	819
	Módulo de elasticidad		ton/cm²	138,5	114,8	98	136,5
Compresión	Paralela	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	410	388	326	452
		Tensión máxima	kg/cm²	520	470	424	519
	Normal	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	61	64	57	64
Tracción normal	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	24	24	23	21
Dureza	Normal	Carga máxima	kg	323	223	287	304
	Paralela	Carga máxima	kg	409	323	337	345
Cizalle	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	81	79	75	80
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm²				
Clivaje	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm				33

Fuente: Wood Handbook y New Zealand Woods (cit. por Pérez, 1982)

INFOR

CUADRO 18

PROPIEDADES MECÁNICAS DE PROCEDENCIAS CHILENAS

(Estado: verde)

Lugar				**Nueva Imperial**	**Villarrica**	**IX Región**
Peso específico			kg/m³	322	393	358
Flexión	Tensión al límite de proporcionalidad		kg/cm²	273	319	296
	Módulo de rotura		kg/cm²	404	499	451
	Módulo de elasticidad		ton/cm²	59,43	79,93	69,68
Tenacidad	Tangencial	Resistencia máxima	N cm	2.810	3.929	
	Radial	Resistencia máxima	N cm	2.794	2.528	
Compresión	Paralela	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	126	162	144
		Tensión máxima	kg/cm²	178	230	204
		Módulo de elasticidad	ton/cm²	31,95	47,43	39,69
	Normal	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	26	37	32
		Tensión máxima	kg/cm²	51	68	60
Tracción normal	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	19	17	18
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm²	15	16	15
Dureza	Normal	Carga máxima	kg	154	209	182
	Paralela	Carga máxima	kg	203	282	242
Cizalle	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	55	66	60
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm²	50	65	58
Clivaje	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm	22	26	24
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm	25	25	25
Extracción de clavo	Normal	Carga máxima	kg	37	55	50
	Paralela	Carga máxima	kg	14	32	24

Fuente: INFOR (1980 - 1981, cit. por Pérez, 1982)

INFOR

CUADRO 19

PROPIEDADES MECÁNICAS DE DISTINTAS PROCEDENCIAS DE EE. UU.

(Estado: verde)

Lugar				**Costa**	**Inter-medio**	**Monta-ña**	**Costa**
Peso específico			kg/m³	450	410	400	450
Flexión	Tensión al límite de proporcionalidad		kg/cm²	315	266	252	336
	Módulo de rotura		kg/cm²	532	476	448	532
	Módulo de elasticidad		ton/cm²	109,9	94,5	82,6	108,5
Compresión	Paralela	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	219	180	178	239
		Tensión máxima	kg/cm²	270	231	210	272
	Normal	Tensión al límite de prop.	kg/cm²	31	34	32	36
Tracción normal	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	21	21	24	17
Dureza	Normal	Carga máxima	kg	227	204	182	218
	Paralela	Carga máxima	kg	259	232	204	231
Cizalle	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm²	65	59	62	65
	Radial	Tensión de rotura	kg/cm²				
Clivaje	Tangencial	Tensión de rotura	kg/cm				29

Fuente: Wood Handbook y New Zealand Woods (cit. por Pérez, 1982)

En un estudio de propiedades de la madera de Pino oregón realizado por Pérez (1982), con material proveniente de Nueva Imperial y Villarrica (IX Región), se concluye que en general, las propiedades mecánicas del Pino oregón de Nueva Imperial resultan menores que las determinadas para árboles provenientes de Villarrica. Además, al comparar las propiedades mecánicas de ejemplares crecidos en la costa de Estados Unidos y las dos procedencias nacionales, el autor indica que éstas resultan similares a las de árboles provenientes de Villarrica, siendo ambas mejores que las de individuos de Nueva Imperial. Por su parte, Pino oregón nativo de zonas comprendidas entre costa y montañas, tiene mejores propiedades que el de Nueva Imperial, pero son muy similares, y en algunas solicitaciones, menores que aquellas obtenidas en el Pino oregón de Villarrica. Respecto de los que provienen de la zona montañosa de Estados Unidos, sus propiedades mecánicas son levemente mejores que las obtenidas de árboles de Nueva Imperial, pero menores que las resultantes de los de Villarrica.

Del estudio realizado por Pérez (1982), se puede concluir que los árboles que crecen en Villarrica tendrían en general, propiedades mecánicas similares a las de la especie en su distribución natural, lo cual es un buen indicio de las potencialidades

INFOR

de la especie, siempre que crezca en un sitio adecuado. Por otra parte, si se comparan las propiedades mecánicas de Pino oregón de la IX Región con las de Pino radiata de similar edad, se puede concluir que las propiedades del primero son superiores, a pesar de que el peso específico de Pino radiata sea mayor.

Carter (1983), determinó una gran variabilidad en las características de la madera entre árboles jóvenes y maduros, así como entre ejemplares de un mismo rodal, para las zonas de Osorno y Valdivia (X Región). Detectó un largo de fibra promedio de 2,65 mm y 0,69 cm en ancho de anillos, valores que están dentro de los rangos obtenidos para la especie. Díaz-Vaz *et al.* (1988), detectaron en árboles creciendo en la zona costera de Valdivia constataron un largo de traqueidas promedio de 3,12 mm.

En Nueva Zelanda se ha comprobado que las propiedades intrínsicas de la madera proveniente de sus plantaciones, incluso cosechadas a los 60 ó 70 años, no son iguales a las de la madera proveniente de bosques antiguos de Norteamérica (Cown, 1992).

5.2 PRODUCCIÓN NACIONAL

En 1990 se extrajeron 30,3 mil m^3 en trozas y 26,5 mil m^3 en 1993, de los cuales 33 % (9,9 mil m^3) y el 47 % (12,5 mil m^3), se destinaron a la producción de madera aserrada, respectivamente. En términos globales, la participación de la madera aserrada de Pino oregón es bastante modesta, aportando al total nacional de todas las especies, el 0,3 % y 0,4 % para los dos años considerados en el párrafo precedente.

No obstante, respecto del origen de la producción fue fundamental la de la IX Región (Cuadro 20, 21 y 22), ya que la madera proveniente de esta zona representó el 65 % del total de la producción de 1990 y el 72 % de la madera producida en 1993.

CUADRO 20

ANTECEDENTES DE PRODUCCIÓN DE MADERA ASERRADA DE PINO OREGÓN

VIII Región	Provincia Bío-Bío	31 m^3
	TOTAL REGIONAL	31 m^3
IX Región	Provincia Cautín	7.286 m^3
	TOTAL REGIONAL	7.286 m^3
X Región	Provincia Valdivia	2.273 m^3
	Provincia Osorno	1.072 m^3
	Provincia Llanquihue	1.796 m^3
	TOTAL REGIONAL	5.141 m^3
TOTAL NACIONAL		12.458 m^3

Fuente: INFOR (1995a)

INFOR

CUADRO 21

ANTECEDENTES DE CONSUMO DE MADERA ASERRADA DE PINO OREGÓN

VIII Región	Provincia Bío-Bío	65 m^3
	TOTAL REGIONAL	65 m^3
IX Región	Provincia Cautín	15.397 m^3
	TOTAL REGIONAL	15.397 m^3
X Región	Provincia Valdivia	4.814 m^3
	Provincia Osorno	2.314 m^3
	Provincia Llanquihue	
	TOTAL REGIONAL	7.128 m^3
TOTAL NACIONAL		22.590 m^3

Fuente: INFOR (1995a)

CUADRO 22

PRECIOS NOMINALES FOB PARA MADERA ASERRADA

Año	Precio (US$/$m^3$)
1989	106
1990	129
1991	143
1992	148
1993	165

Fuente: INFOR (1995b)

5.2.1 Exportaciones forestales de Pino oregón

En el año 1990, las exportaciones de productos de la especie ascendieron a US$2,3 millones, lo que constituyó el 0,3 % del total de la exportación forestal del país. Durante 1994, las exportaciones de sus productos aportaron retornos por US$5,7 millones, es decir, un valor superior en 60% al anteriormente dicho, significando una participación del 0,4 % en el total exportado por este sector.

5.2.2 Principales productos exportados

Durante el año 1994 se exportaron 15 diferentes tipos de productos, valor ampliamente superior al registrado al año 1990, cuando sólo se trataba de 6 productos. En lo referente a su permanencia en el mercado y montos de retorno, el producto más importante es la madera aserrada alcanzando valores relativos de 38% en 1990, y de

INFOR

20% en el total de las exportaciones de Pino oregón realizadas durante 1994.

Ningún otro producto se ha exportado en forma continua durante los últimos 5 años. No obstante, desde hace dos años atrás se observa una tendencia positiva en la exportación de productos de mayor valor agregado, principalmente partes y piezas, cómodas y veladores, camas y cunas. Por otra parte, con productos de uso final, como muebles y artículos de ornamentación, se han realizado despachos periódicos pero de ínfimos volúmenes, considerados a nivel de muestra.

5.3 PRECIOS DE MERCADO

En lo referente al mercado nacional, es importante destacar que no existe información seriada de precios de trozas de Pino oregón, salvo un dato de diciembre de 1993, en que se canceló la suma de $ 17.600/m^3, en Valdivia.

Para la estimación del precio a «orilla de camino», se emplea la metodología de la homologación comparando el precio de Pino radiata, de un mercado conocido, con el de Pino oregón para los productos más transados en el país, específicamente madera dimensionada y madera elaborada puesta en barracas en los principales mercados locales (INFOR, 1995c).

CUADRO 23

PRECIOS EN MERCADOS LOCALES ($/m^3)

IX Región	Madera dimensionada			Madera elaborada		
Especie	1992	1993	1994	1992	1993	1994
Pino oregón	68.821	89.480	81.612	78.706	98.959	94.806
Pino radiata	48.098	57.234	59.954	55.288	66.648	70.079

Fuente: INFOR (1995c)

Del cuadro precedente se puede concluir que la madera dimensionada de Pino oregón tiene un valor 45 % superior a la de Pino radiata. En lo que se refiere a la madera elaborada, en tanto, este precio es 42 % mayor.

INFOR

6.
ANTECEDENTES DENDROMÉTRICOS

6.1 CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO

La especie ha sido plantada con éxito en países como Holanda, Gran Bretaña, Francia, Alemania, España, Polonia y otros. En Nueva Zelanda alcanza crecimientos medios del orden de los 17,5 a 24,5 m^3/ha/año, lo que hace que junto a Pino radiata sean las especies exóticas de mayor crecimiento (Bucarey, 1968).

Dentro de los rodales de Pino oregón que existen en Chile, se ha hecho diversos estudios sobre el desarrollo de la especie, los cuales son fuente de valiosa información en la determinación de las potencialidades para su futuro desarrollo.

Entre estos destaca Rocuant (1967), quien indica que las repoblaciones de Pino oregón de mayor importancia del país, a esa fecha. se encontraban en las Provincias de Malleco, Cautín y Osorno, situación que no ha variado sustancialmente.

También señala que entre las Provincias de Maule y Malleco, es posible obtener bosques maderables de 50 cm de DAP y 30 m de altura en rotaciones de 60 a 70 años, y en la zona de Cautín y Chiloé, las rotaciones pueden ser de 40 años, dependiendo del sitio y de los tipos de manejo que se aplique a los rodales.

En la provincia de Bío-Bío, la altura alcanzada por esta especie es de 18,7 m a los 22 años. Este valor es ostensiblemente superior a lo obtenido por Rocuant (1967) para la zona de Concepción en un rodal de 19 años, cuya altura se eleva a 6.5 m. A su vez, Brun (1963), observó una altura de 15,5 m a los 22 años en la Provincia de Valdivia.

Por su parte, Prado *et al.* (1986), ha observado que según los antecedentes provenientes de ensayos con Pino oregón, los valores más altos de crecimiento en volumen se obtienen en las zonas de Lautaro, Temuco y norte de Los Lagos.

Grosse y Kannegiesser (1988) señalan que el crecimiento en los lugares más adecuados para la plantación llega a cifras promedio de 15-20 m^3/ha/año.

Grosse (1994) señala que en la costa de la VIII Región y en la precordillera de la IX Región, se puede esperar un incremento medio en volumen que supera los 20 m^3/ha/año.

En Antiquina (VIII Región), Pino oregón presenta incrementos volumétricos de 14 a 24 m^3 para un período de 29 años, dependiendo de la densidad del rodal. Por su parte, Keim (1994) señala incrementos anuales periódicos de 47 m^3/ha/año a eda

INFOR

des que van de los 29 a los 35 años, en rodales plantados en Frutillar, X Región.

Respecto de los incrementos corrientes, Rocuant (1967) presenta valores de 0,55 m, 0,32 m, 0,39 m, 1,14 m, 0,75 m y 0,50 m en altura para rodales situados en las provincias de Maule (9-12 años), Concepción (19-20 años), Bío-Bío (10-11 años), Cautín (14-15 años), Valdivia (12-13 años) y Osorno (8-9 años) respectivamente.

El incremento corriente (ICO) en DAP, culmina aproximadamente a los 10 años donde alcanza un valor de 2,4 cm. En cambio el incremento medio anual alcanza un máximo entre los 14 y 15 años de edad, con un valor de 1,4 cm.

Según lo observado en la investigación citada, la etapa juvenil se extiende hasta los 4 años y a partir de esta edad y hasta los 20 años se presentan tasas de crecimiento constantes, las que comienzan a disminuir a partir de los 20 años.

En cuanto al área basal, la etapa de juventud se prolonga hasta los 8 años aproximadamente, mientras que la etapa de madurez termina a los 20 años de edad, a partir de la cual los incrementos comienzan a decrecer. Respecto al volumen, este autor observa que hasta los 22 años, aún no presenta declinación deduciendo por tanto que no había entrado a su etapa de senectud.

Información obtenida por Emanuelli (1991), en Bío-Bío, indica que estas plantaciones presentan mayores incrementos corrientes en altura, que rodales establecidos en las provincias de Maule, Concepción, Bío-Bío, Valdivia y Osorno a la edad correspondiente y un incremento corriente en altura inferior al rodal ubicado en la Provincia de Cautín a los 14-15 años de edad. Los resultados son similares a los que se obtienen en Villarrica.

Brun (1963), determinó incrementos corrientes de 2,4 cm en DAP, 0,81 m en altura y 0,0099 m^3 en volumen para árboles individuales de Pino oregón creciendo en la provincia de Valdivia, a la edad de 22 años. La edad de culminación del incremento corriente en un rodal ubicado en la provincia de Valdivia es de 15 años en altura total, 20 años en DAP, 25 años en área basal y 40 años en volumen (Brun, 1963).

Estos valores son superiores a los registrados por Emanuelli (1991) en la Provincia de Bío-Bío, el que alcanzó incrementos corrientes de 0,55 cm en DAP, 3 m en altura y 0,034 m^3 en volumen.

Burschel y Huss (1987) indican que Pino oregón alcanza la culminación de su crecimiento en altura a los 25 años, y la de su crecimiento en volumen a los 40 años.

A continuación se presentan 2 cuadros con una recopilación de información de distintos autores, que indican datos sobre crecimiento de la especie.

INFOR

CUADRO 24

RESUMEN DE ANTECEDENTES DE ALTURA Y DAP

Localización	Edad (años)	Densidad (arb/ha)	Altura (m)	IMA altura (m/año)	DAP (cm)	IMA DAP (cm/año)	Fuente
Voipir	22	1.379	18	0,83	22	1,00	Contreras y Smith (1973)
	19	1.170	15	0,77	21	1,11	
	18	2.322	14	0,76	16	0,86	
	16	2.036	12	0,72	16	0,97	
Llano central de provincia de Malleco	36	1.950	23	0,63	23	0,64	Contreras (1982)
	69	212	39	0,57	53	0,77	
Maule	09 - 12	2.000	5	0,55 - 0,41	6	0,70 - 0,53	Rocuant (1967)
Concepción	19 - 20	1.800	7	0,34 - 0,32	9	0,47 - 0,44	
Arauco	24 - 25	400	21	0,88 - 0,84	40	1,66 - 1,60	
Bío-Bío	10 - 11	1.800	4	0,39 - 0,35	9	0,91 - 0,83	
Malleco	32 - 34	2.400	18	0,55- 0,51	17	0,54 - 0,50	
Cautín	14 - 15	1.800	16	1,14 - 1,06	19	1,34 - 1,25	
Valdivia	12 - 13	1.800	9	0,75 - 0,70	14	1,16 - 1,07	
Osorno	8 - 9	1.500	4	0,50 - 0,44	7	0,82 - 0,73	
Arauco (Curanilahue)	24		22	0,92			Bucarey (1968)
Collipulli (Fundo El Morro)	20 -22	1.250	19	0,85	27	1,21	Emanuelli (1991)
	14 - 15					1,40	
	15		12	0,80			
Nueva Zelanda	22	1.433	20	0,91	31	1,41	Contreras y Smith (1973)
	22	1.334	19	0,86	30	1,35	
	18	2.422	14	0,78	22	1,24	
	18	1.230	14	0,78	22	1,23	

IMA = Incremento Medio Anual

INFOR

CUADRO 25

RESUMEN DE ANTECEDENTES DE VOLUMEN

Localización	Edad (años)	Densidad (arb/ha)	Volumen (m^3/año)	IMA Volumen (m^3/año)	Volumen por árbol (m^3)	Fuente
Provincia de Valdivia	12	1.620		13		Brun (1963; cit. Bucarey, 1968)
Voipir	22	1.379	387	18		Contreras y Smith (1973)
	19	1.170	242	13	0,281	
	18	2.322	258	14	0,205	
	16	2.036	188	12	0,112	
Zona de Villarrica y Loncoche	19			14	0,092	Contreras (1982)
	22			19		
Llano central de provincia de Malleco	36	1.950	630	17		Prado *et al.* (1986)
	69	212	630	9		
Llanquihue Malleco Antiquina	15			11		
	15			19		
	16			12		
	21			18		
Zona de Villarrica	10			8 - 12		Bucarey (1968)
Nueva Zelanda	22	1.433	409	19		Contreras y Smith (1973)
	22	1.334	401	18		
	18	2.422	184	10		
	18	1.230	178	10		

IMA = Incremento Medio Anual

INFOR

6.2 FUNCIONES DE VOLUMEN Y CRECIMIENTO PARA PINO OREGÓN, EN RODALES ESTABLECIDOS EN CHILE

6.2.1 Funciones de volumen para Pino oregón

6.2.1.1 Funciones locales de volumen para cuatro rodales en Voipir (Contreras y Smith, 1973)

V (en m^3) = volumen sólido sin corteza hasta un índice de utilización de 10 cm DAP (en cm)
H (en m)

V= - 0,03857 + 0,00067 x DAP; edad = 22 años n = 30 r = 0.92
V= - 0,02181 + 0,00051 x DAP; edad = 19 años n = 30 r = 0.99
V= - 0,02252 + 0,00037 x DAP; edad = 18 años n = 29 r = 0,87
V= - 0,00421 + 0,00040 x DAP; edad = 16 años n = 30 r = 0.92

6.2.1.2 Función general de volumen para los cuatro rodales anteriores (Contreras y Smith, 1973)

$V= 0,01297 + 0,0000312 \times DAP^2 \times H;$
r = 0.98 Error Std. = 0.017 m^3 s/c

6.2.1.3 Función general de volumen para cuatro rodales cuyas edades fluctúan entre 15 y 35 años, en Voipir (Grosse, 1988)

$V= 0,030764 + 0,000028 \times DAP^2 \times H$
r = 0.99 Error Std. = 0.083 n = 28

6.2.1.4 Función local de volumen para un rodal puro, y sin manejo, de Pino oregón, ubicado en las cercanías de Collipulli (37°56' Lat S; 72° Long. O.) (Emanuelli, 1991)

V = Volumen sólido sin corteza, en m^3, hasta un índice de utilización de 10 cm
DAP = Diámetro a 1.3 m de altura, en cm
$V= - 0,073803 + 0,000664 \times DAP^2$
r = 0,93 ECM = 13,12 % (12 3 DM> 3 33)

INFOR

6.2.1.5 Cuadro de volumen por troza, en base a muestreo en fundo Voipir (Grosse, 1988)

Ecuación ajustada:

$V = b_0 + b_1 \times DAP + b_2 \times DAP^2$

El coeficiente de correlación para la estimación de las trozas 1 a 5 está entre 0,94 y 0,97. Para la troza 6 es de 0.81 y para la troza 7 es de 0,52.

CUADRO 26

VOLUMEN POR TROZA PARA PINO OREGÓN (m^3 ssc) CONSIDERANDO TROZAS DE 3,35 m DE LARGO; DIÁMETRO MENOR S.C. 10 cm

Clase DAP (cm)	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4	Troza 5	Troza 6	Vol. acum (m^3 ssc)
20	0,082	0,078					0,160
25	0,152	0,114	0,108	0,065			0,439
30	0,224	0,156	0,135	0,111	0,080		0,706
35	0,298	0,205	0,172	0,154	0,125		0,954
40	0,374	0,261	0,217	0,195	0,161	0,120	1,328
45	0,452	0,324	0,270	0,234	0,189	0,135	1,604
50	0,532	0,393	0,332	0,271	0,208	0,138	1,874
Error std	0,034	0,018	0,020	0,015	0,019	0,020	

Fuente: Grosse (1988)

6.2.2 Funciones de crecimiento para Pino oregón.

6.2.2.1 Ecuación de Gompertz en crecimiento acumulado en DAP, para rodal cercano a Collipulli (Emanuelli, 1991)

DAP = 28,3946 x EXP (-EXP (1,9993 - 0,2172 x E))
E = edad (años)
DAP (cm)
ECM = 0.36 %

INFOR

6.2.2.2 Ecuación logística en crecimiento acumulado en altura total (Emanuelli, 1991)

ALTURA = 20,0211 / (1 + EXP (3,4940 - 0,2675 x E))
E = edad (años)
ALTURA (m)
ECM = 1.24 %

6.2.2.3 Ecuación de relaciones polimórficas en crecimiento acumulado en área basal y volumen total (Emanuelli, 1991)

AREA BASAL = $0,0726 \times (1 - EXP (- 0,1630 \times E))^{8,0033}$
E = edad (años)
Área basal (en m^2)
ECM=0,63 %

VOLUMEN = $0,9665 \times (1 - EXP (0,1127 \times E))^{7,9999}$
E = edad (años)
Volumen (en m^3)
ECM=0,31 %

Estas ecuaciones son capaces de describir en forma conveniente el crecimiento acumulado en DAP, área basal y volumen total, de árboles individuales de Pino oregón, sin embargo no predicen adecuadamente el crecimiento acumulado en altura total de árboles de esta especie (Emanuelli, 1991). Este autor determina que la curva de crecimiento es baja hasta la edad de 5 años, a partir de la cual, la pendiente aumenta, manteniéndose relativamente constante hasta los 12 años, edad en que los incrementos comienzan a decrecer.

6.2.3 Factores de forma

6.2.3.1 Factor de forma natural

En el estudio de Emanuelli (1991), el valor medio estimado para el factor de forma natural de la muestra (n = 24) es de 0,40 con un coeficiente de variación de 20,5 %. El factor de forma máximo calculado es de 0,52 y el mínimo es de 0,17. Brun (1963) obtiene un factor de forma natural de 0,44 para un rodal ubicado en la Provincia de Valdivia, de 22 años de edad. Grosse y Kannegiesser (1988) calculan un factor de forma natural promedio de 0,32 para 5 rodales de edades que fluctúan entre 17 y 37 años, ubicados en el fundo Voipir, Villarrica.

INFOR

6.2.3.2 Factor de forma artificial

La media del factor de forma artificial para los rodales evaluados por Emanuelli (1991) es de 0,40 con un coeficiente de variación de 19,4 % y los valores máximo y mínimo de 0,49 y 0,16 respectivamente.

A continuación se resumirán los valores que diferentes investigadores entregan de este parámetro:

Grosse y Kannegiesser (1988)	0,37
Emanuelli (1991)	0,40
Contreras y Smith (1973)	0,41 (22 años)
	0,40 (19 años)
	0,43 (18 años)
	0,42 (16 años)

6.3 CURVA GUÍA DE ÍNDICE DE SITIO (RANGO DE EDAD DE 7 A 24 AÑOS) PARA LA PROVINCIA DE VALDIVIA (CONTRERAS, 1982)

Donde

$S = (- 0,1999 + 23,9976 / E) \times A$

S = índice de sitio a la edad clave de 20 años

E = edad en años

A = altura en m

Los valores de la desviación típica, permiten recomendar la curva gula en la estimación de los índices de sitio, de las plantaciones de Pino oregón presentes en la provincia de Valdivia.

Para aquellos lugares donde la especie no está presente, Contreras (1982), elaboró la siguiente ecuación estimativa del índice de sitio, a partir de la medición de algunas variables del suelo.

Donde:

$IS = 21,0555 - 502,3056 \times BD + 0,038732 \times EC - 0,000137 \times EC^2$

BD = 1 / C.A.A. (mm)

EC = Profundidad del horizonte «A» (cm) x Drenaje

r =0.837

C.A.A. = Capacidad de agua aprovechable, derivado desde textura y materia orgánica.

El valor de C.A.A. y la profundidad del horizonte A se usaron en la ecuación con los mismos valores obtenidos en terreno o laboratorio.

Se usó la siguiente clasificación del drenaje (Cuadro 27):

INFOR

CUADRO 27

CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE

Drenaje	Interno	Externo	Valor
Buen drenaje	moderado	moderado	5
Drenaje moderado	rápido	moderado	3
	lento	moderado	3
	moderado	rápido	3
	moderado	lento	3
Drenaje deficiente	rápido	rápido	1
	lento	lento	1
	lento	rápido	1
	rápido	lento	1

Fuente: Contreras (1982)

Jiménez (1994), al evaluar el ensayo de coníferas establecido en Antiquina (provincia de Arauco) del Instituto Forestal, observa lo siguiente:

El ensayo se encuentra en una zona con 1939 mm de precipitación media anual, clima templado cálido con estación seca y lluviosa semejante. Temperatura media del mes más cálido 17,1 °C. Temperatura media del mes más frío 8,9 °C. Suelos «Pied Mont», posiblemente originados de cenizas volcánicas y de sedimentos metamórficos, profundos, textura media, horizonte «A» bien desarrollado.

Altura media: 10 años 5,8 m
20 años 15,0m

Incremento periódico anual = 0,93 m entre los 10 y 20 años.

DAP medio: 10 años 9,66 m.
20 años 19,78m.

Incremento periódico anual = 1,013 m entre los 10 y 20 años.

Supervivencia: 10 años 72 %
20 años 66 %

Este autor agrega que otras coníferas existentes en este ensayo tales como ***Chamaecyparis lawsoniana***, ***Picea sitchensis*** y ***Pinus strobus***, presentaron durante los primeros años bajos incrementos anuales en diámetro, para aumentar esta tasa entre los 10 y 20 años. Por su parte, el Pino oregón mantuvo un lento crecimiento, el que se incrementó notoriamente a partir de los 10 años.

Por otra parte, se ha observado que algunas zonas de Nueva Zelanda el incremento medio anual en volumen alcanza su máximo a los 50 años (Ledgard y Belton, 1985).

INFOR

7.
EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 ANTECEDENTES

7.1.1 Determinación de volumetrías

Para la determinación de esta variable de estado se consultó Contreras (1982), quien luego de estudiar rodales ubicados en diversas localidades de la zona de Valdivia, define los siguientes índices de sitio.

Clase de sitio	A:	I.S. mayor a 24 m de altura a los 20 años
Clase de sitio	B:	I.S. entre los 20,1 y 24 m de altura.
Clase de sitio	C:	I.S. entre los 16,1 y 20 m de altura.
Clase de sitio	D:	I.S. entre los 12,1 y 16 m de altura.
Clase de sitio	E:	I.S. menor a los 12 m de altura.

Cabe señalar que la clase de sitio A, corresponde a una proyección de crecimiento bajo buenas condiciones de cultivo, en tanto que la clase E se obtendría en sitios no aptos para el desarrollo de la especie. Es por esto que los esquemas de manejo que serán enunciados, serán aplicables a los sitios A (bueno), B (medio) y C (regular).

Sobre la base de las relaciones diámetro - edad y altura - edad, definidas en las curvas de índice de sitio antes mencionadas, se estimó para el árbol medio, el diámetro (DAP) y la altura a diferentes edades en cada uno de estos sitios.

A continuación, se estimó el incremento volumétrico total por árbol, a partir de las funciones de crecimiento definidas por Grosse (1988) y Emanuelli (1991). Para la obtención del volumen neto, se estableció que éste correspondiese al 90 % del volumen bruto, considerando un diámetro mínimo de utilización de 10 cm.

7.1.2 Rotación

La plantación se evalúa para una rotación de 30 años, orientada a producción de trozas pulpables, aserrables, debobinables y para la obtención de madera libre de nudos, según el esquema de manejo que corresponda.

INFOR

7.2 MARCO DE EVALUACIÓN

La evaluación económica corresponde a un análisis de los costos e ingresos percibidos durante la rotación de la especie. Los costos incluyen la inversión inicial para concretar la plantación, los costos de administración, de manejo, de mantención y de cosecha. Los ingresos corresponden a la venta de los diversos productos de la plantación a lo largo de la rotación.

La evaluación consideró tres escenarios:

Escenario I : presenta costos bajos de establecimiento, manejo y administración, y precios altos de los productos.

Escenario II : presenta costos y precios probables.

Escenario III: presenta costos altos de establecimiento, manejo y administración, y precios bajos de los productos.

Estos mismos escenarios se evaluaron sin y con bonificación estatal, a fin de analizar las variaciones producidas en el flujo de fondos, atribuibles al reembolso del 75 % de los costos de establecimiento, administración y de las 2 primeras podas.

Como indicador de rentabilidad se utilizó el VES (valor económico del suelo) que corresponde al valor actual de los beneficios netos de todas las futuras rotaciones del bosque planificadas sobre dicho suelo, bajo un determinado esquema de manejo (Chacón, 1995). Se eligió este indicador que permite comparar económicamente distintos proyectos productivos con períodos de maduración también diferentes, en infinitas rotaciones. Este modelo se define de la siguiente forma:

$$VES = \frac{V(R) + \sum_{t} IN_t (1+i)^{R-t} - C}{(1+i)^{R} - 1} - C \frac{a}{i}$$

donde:
- R = Edad de rotación
- I = Tasa de actualización
- V(R) = Valor de la madera en pie a edad R ($/ha)
- INt = Ingresos al año t ($/ha)
- C = Costos de establecimiento ($/ha)
- A = Costo anual de administración ($/ha año)

El VES se interpreta como el precio máximo a pagar por el suelo. Si el VES resulta mayor que el valor comercial del suelo, conviene ejecutar el proyecto. Si, al contrario, el VES resulta menor que el valor comercial, conviene buscar otro proyecto.

INFOR

Se consideraron tres tasas de actualización: 6, 8 y 10 %, las que se determinaron según el tipo de inversionista: grande, mediano y pequeño, respectivamente.

7.3 ANTECEDENTES BÁSICOS

7.3.1 Indicadores económicos

Los valores utilizados se expresan en pesos ($) chilenos, actualizados al 15 de noviembre de 1995, fecha en que regían los siguientes valores referenciales:

Unidad de Fomento (UF) : $ 12.394,7
Dólar observado (US$) : $ 405,76

7.3.2 Valor de la jornada de trabajo

Los criterios para determinar el valor de la jornada de trabajo para los distintos escenarios evaluados fue el siguiente:

Escenario I: el costo de la mano de obra equivale al salario mínimo legal, cuyo valor alcanza los $ 58.900 mensuales correspondientes a 24 jornadas.

Escenario II: el costo de la mano de obra corresponde al salario moda pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

Escenario III: el costo de la mano de obra equivale a salario máximo pagado por las empresas forestales a nivel nacional.

7.4 COSTOS DIRECTOS

A continuación serán descritos los costos involucrados en los diferentes esquemas de manejo. En el Anexo II se incluyen tales valores para cada situación.

7.4.1 Costos de establecimiento

Incluye todos las faenas de roce, reducción de desechos, construcción de cortafuegos, preparación de suelos, construcción de cercos, control de malezas preplantación, plantación, control de malezas post-plantación y fertilización.

De igual forma considera insumos tales como plantas provenientes de vivero, fertilizantes, herbicidas y productos químicos para el control de conejos, y materiales para el cerco.

7.4.2 Costos de manejo

Considera tanto la mano de obra como los insumos y materiales requeridos para la realización de desbroces, fertilizaciones correctivas, raleos y podas según corresponda.

INFOR

7.4.3 Costos de cosecha

Considera el volteo, el madereo con skidder o torre y la construcción de los campamentos. En lo que se refiere a los caminos, estos serán construidos el año anterior al primer raleo comercial en las situaciones manejadas de los sitios de buena y mediana calidad, y previo a la cosecha en el sitio de regular calidad.

7.4.4 Costos de administración

Se supuso que para labores de vigilancia, supervisión y mantenciones menores, el propietario destina anualmente 4 jornadas/ha, lo que, sumado a un costo de seguros contra incendios y desastres naturales vigentes desde el año 0 y hasta el fin de la rotación, conforman el costo de administración por unidad de superficie al año.

Cabe señalar que este seguro, cuyo valor asciende a $ 3.246/ha, corresponde a la tasa promedio que pagan las empresas forestales por este concepto. El hecho de utilizar la misma tasa que las empresas se debe a que las compañías de seguros fijan primas muy altas a pequeñas propiedades forestales e incluso existen algunas compañías que definitivamente no cubren siniestros en este tipo de predios.

El valor de la jornada se consideró según lo estipulado para cada uno de los escenarios mencionados, es decir el salario mínimo en el escenario I, el salario moda en las empresas para el escenario II probable y el precio máximo de la jornada pagado por las empresas forestales en nuestro país, para el escenario III.

7.4.5 Costos de mantención

Dentro de este ítem se considera solamente el costo de mantención de los cortafuegos, actividad realizada bianualmente a partir del segundo año.

No se considera la mantención de caminos, ya que se incluye la construcción de un camino estabilizado.

7.4.6 Costos de protección forestal

El análisis considera tres aspectos en lo que se refiere a protección: control y combate de incendios, guardería y control de plagas y enfermedades.

7.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LOS PRODUCTOS

Para la evaluación económica de estas plantaciones se considera el precio que alcanza el metro cúbico (m^3) de trozas puesto a orilla de camino.

Sin embargo, en el mercado local no existe información seriada del precio de trozas de Pino oregón, por lo que se aplica el método de homología comparándolo con la madera dimensionada y elaborada de Pino radiata puesta en barracas, cuyo mercado es conocido (INFOR, 1995c).

Según este análisis, para la evaluación económica fueron adoptados los siguientes precios.

INFOR

CUADRO 28

PRECIOS DE TROZAS DE PINO OREGÓN PUESTAS A ORILLAS DE CAMINO

Producto	Precios ($/m³)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Troza pulpable	8.705	10.363	12.020
Troza aserrable	15.457	19.009	22.561
Troza debobinable	17.222	28.889	40.555

Fuente: Modificado de INFOR (1995c)

Analizando estos precios, se concluye que fluctúan en 16 % para trozas pulpables, 19 % para trozas aserrables y 40% para trozas debobinables.

En lo que se refiere al volumen pulpable, debe considerarse que en la actualidad presenta algunos problemas de comercialización y por ende, su precio podría fluctuar hacia la baja.

Los ingresos percibidos durante la rotación para cada esquema de manejo se detallan en el Anexo III.

7.6 ESQUEMAS DE MANEJO SEGÚN EL TIPO DE ESCENARIO

Los esquemas consideran densidades iniciales 1.250 arb/ha en manejo de tipo intensivo y extensivo para los sitios bueno y medio respectivamente, y 1.100 arb/ha cuando se analiza una plantación no manejada creciendo en un sitio de regular calidad.

Con estas densidades se persigue un aprovechamiento máximo del sitio considerando distintos factores, entre los que destacan los productos a obtener en cada esquema de manejo, lo cual a su vez depende de la calidad de cada árbol como individuo maderable. Por otra parte, al no contarse aún con un programa de mejoramiento genético, la calidad de las semillas empledas en vivero no es homogénea, por lo que finalmente las plantas empleadas en la forestación tendrán un comportamiento variable durante los primeros años de la rotación, haciendo imprescindible la realización de raleos a desecho y comerciales. Un tercer elemento que debe considerarse, es la cantidad de plantas que deben existir por hectárea para acceder a los beneficios de la bonificación estatal, por lo que no serían recomendables densidades bajas.

Para establecer el número de individuos que se cosechará, se consideró una tasa anual de mortalidad natural del 1 %, que es la empleada en los proyectos de forestación con Pino radiata. En el Cuadro 29 se presenta el número de árboles a manejar en cada uno de los tres sitios.

INFOR

CUADRO 29

DENSIDAD EN CADA SITIO (arb/ha)

	Sitio A	Sitio B	Sitio C
Densidad inicial	1.250	1.250	1.100
Densidad final	410	410	713

El esquema de manejo intensivo involucra la ejecución de un raleo a desecho, dos raleos comerciales y tres podas, para el cumplimiento de los siguientes objetivos: obtener madera libre de nudos y trozas debobinables, aserrables y pulpa, un cilindro central nudoso de 16 cm, incluyendo cicatrización, y fuste libre de ramas hasta los 8 m.

Al momento de la cosecha, se obtendrá un volumen neto compuesto por 10 % de trozas foliables, 5 % de madera aserrable libres de nudos, 50 % de madera nudosa, y 35 % de trozas pulpables. Además, el primer raleo comercial agregará productos destinados en su totalidad a la industria de la pulpa, en tanto que el segundo de estos raleos permite obtener un 30 % de volumen aserrable y 70 % pulpable.

El sitio medio será manejado bajo un esquema extensivo que considera la realización de un raleo a desecho, un raleo comercial y dos podas. Los objetivos de esta plantación son la obtención de trozas aserrables y pulpa, un cilindro central nudoso de 16 cm, incluyendo cicatrización y fuste libre de ramas hasta los 5 a 6 m de altura. Con esto se espera que el 8 % del volumen neto a cosechar corresponda a madera aserrada libre de nudos, 57 % de madera aserrada y 35 % de madera pulpable. Con el raleo se espera que el 30 % del volumen neto sea aserrable y 70 % aprovechable como pulpable.

La situación sin manejo está destinada a la producción de un 65 % de trozas aserrables y 35 % pulpables a la edad de 30 años.

A continuación se indicarán los esquemas de manejo planteados para cada uno de los sitios y escenarios.

INFOR

CUADRO 30

ESQUEMA DE MANEJO PO3011. SITIO A MANEJO INTENSIVO.

ESCENARIO I

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.250	Roce	Roce liviano
					Cortafuegos	Ancho: 4 m construido con buldozer
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Cercos	
					Plantación	Plantas en contenedor de 1 año
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
6	9	6	—	800	Raleo a desecho	Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Primera poda	
9	15	10	—	800	Segunda poda	Poda a 40% de la altura total
12	21	14	40	600	Primer raleo comercial	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Tercera poda	
20	33	24	97	450	Segundo raleo comercial	
30	45	38	480	—	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

INFOR

CUADRO 31

ESQUEMA DE MANEJO PO3012. SITIO A MANEJO INTENSIVO.

ESCENARIO II

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.250	Roce	Roce mediano
					Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas mediano
					Cortafuegos	Ancho: 4 m construido con buldozer
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Cercos	
					Plantación	Plantas en contenedor de 1 año
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
6	9	6	—	800	Raleo a desecho	Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Primera poda	
9	15	10	—	800	Segunda poda	Poda a 40% de la altura total
12	21	14	40	600	Primer raleo comercial	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Tercera poda	
20	33	24	97	450	Segundo raleo comercial	
30	45	38	480	—	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

INFOR

CUADRO 32

ESQUEMA DE MANEJO PO3013. SITIO A MANEJO INTENSIVO.

ESCENARIO III

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.250	Roce	Efectuar roce pesado
					Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas
					Cortafuegos	Ancho: 4 m construido con buldozer
					Cercos	
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Plantación	Plantas a raíz desnuda Aplicar 1 gr de gel por planta
					Fertilización	Fertilización manual dos hoyos
					Control de malezas post-plantación	Control de malezas puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
1	—	—	—	1.250	Desbroce	Desbroce pesado
6	9	6	—	800	Raleo a desecho	Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Primera poda	
9	15	10	—	800	Segunda poda	Poda a 40% de la altura total
12	21	14	40	600	Primer raleo comercial	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Tercera poda	
20	33	24	97	450	Segundo raleo comercial	
30	45	38	480	—	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con torre

INFOR

CUADRO 33

ESQUEMA DE MANEJO PO3021. SITIO B MANEJO EXTENSIVO.

ESCENARIO I

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n^o/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.250	Roce	Efectuar roce liviano
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Cercos	
					Plantación	Plantas de 1 año, en contenedor
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
7	10	6	—	800	Raleo a desecho	Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Primera poda	
14	21	13	57	500	Raleo comercial	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Segunda poda	
30	41	33	426	—	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

INFOR

CUADRO 34

ESQUEMA DE MANEJO PO3022. SITIO B MANEJO EXTENSIVO. ESCENARIO II

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n^o/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.250	Roce	Efectuar roce mediano
					Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas mediano
					Cortafuegos	Ancho: 4 m construido con buldozer
					Cercos	
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Plantación	Plantas de 1 año en contenedor
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
1	—	—	—	1.250	Desbroce	Desbroce mediano
7	10	6	—	800	Raleo a desecho	Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Primera poda	
14	21	13	57	500	Raleo comercial	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Segunda poda	
30	41	33	426	—	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con skidder

INFOR

CUADRO 35

ESQUEMA DE MANEJO PO3023. SITIO B MANEJO EXTENSIVO.

ESCENARIO III

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.250	Roce	Efectuar roce mediano
					Reducción de desechos	Ordenamiento en fajas mediano
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Cercos	
					Plantación	Plantas a raíz desnuda. Aplicación de 1 gr de gel por planta
					Fertilización	Fertilización manual dos hoyos
					Control de malezas post-plantación	Control de malezas puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
1	—	—	—	1.250	Desbroce	Desbroce pesado
3	2	2	—	1.250	Fertilización	Fertilización manual en un hoyo
7	10	6	—	800	Raleo a desecho	Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Primera poda	
14	21	13	58	500	Primer raleo comercial	Camino se construye un año antes. Poda a 40% de la altura total de los árboles
					Segunda poda	
30	41	33	426	—	Cosecha	Considera construcción de campamentos, volteo y madereo con torre

INFOR

CUADRO 36

ESQUEMA DE MANEJO PO3031. SITIO C SIN MANEJO.

ESCENARIO I

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.100	Preparación del suelo	Aradura con tractor agrícola
					Cortafuegos	Ancho 4 m construido con buldozer
					Cercos	
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Plantación	Plantas de 1 año, en contenedor
					Fertilización	Fertilización manual en dos hoyos
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
30	35	26	450	—	Cosecha	Considera la construcción de caminos durante el año anterior, el volteo y madereo con skidder y la construcción de campamentos

INFOR

CUADRO 37

ESQUEMA DE MANEJO PO3032. SITIO C SIN MANEJO.

ESCENARIO II

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.100	Preparación del suelo	Aradura con tractor agrícola
					Roce	Roce mediano
					Cortafuegos	Ancho 4 m construido con buldozer
					Cercos	
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Plantación	Plantas de 1 año, en contenedor
					Fertilización	Fertilización manual en dos hoyos
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
30	35	26	450	—	Cosecha	Considera la construcción de caminos durante el año anterior, el volteo y madereo con skidder y la construcción de campamentos

INFOR

CUADRO 38

ESQUEMA DE MANEJO PO3033. SITIO C SIN MANEJO.

ESCENARIO III

Año	DAP (cm)	Alt. (m)	Vol. a extraer (m^3/ha)	Arb. residual (n°/ha)	Actividades	Observaciones
0	—	—	—	1.100	Preparación del suelo	Subsolado con buldozer
					Roce	Roce pesado
					Reducción de desechos	Trituración de desechos
					Cortafuegos	Ancho 4 m construido con buldozer
					Cercos	
					Control de malezas pre-plantación	Control total en forma aérea
					Plantación	Plantas de 1 año, a raíz desnuda
					Fertilización	Fertilización manual en dos hoyos
					Control de malezas post-plantación	Control puntual
					Control de conejos	Aplicar brodifacuom
3	—	0,5	—	935	Fertilización	Fertilización manual en un hoyo
30	35	26	450	—	Cosecha	Considera la construcción de caminos durante el año anterior, el volteo y madereo con torre y la construcción de campamentos

INFOR

Una vez especificados los esquemas de manejo en cada uno de los tres sitios y escenarios evaluados, y considerando el número de árboles a cosechar, se determinó el crecimiento y los volúmenes netos extraídos durante la rotación (Cuadro 39).

CUADRO 39

SUPUESTOS DE LOS ESQUEMAS DE MANEJO

Esquema	Volumen total cosechado (m^3/ha)	Crecimiento IMA (m^3/ha/año)
PO3011	617	21
PO3012	617	21
PO3013	617	21
PO3021	483	16
PO3022	483	16
PO3023	483	16
PO3031	450	15
PO3032	450	15
PO3033	450	15

7.7 RESULTADOS

Los antecedentes anteriormente señalados permiten realizar un análisis económico de las plantaciones de Pino oregón bajo los distintos esquemas de manejo propuestos. Estos resultados son incluidos en el siguiente cuadro, en el cual se resume la rentabilidad del cultivo considerando diferentes tasas de actualización, con y sin bonificación estatal.

INFOR

CUADRO 40

RESULTADOS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA PINO OREGÓN (miles $/ha)

		Índice de Sitio								
		I.S. 16 a 20			I.S. 20 a 24			I.S. > 24		
		6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%
Sin Bonificación	Escenario I	815	253	-8	1.205	507	169	1.888	891	396
	Escenario II	314	-69	-239	466	6	-208	971	285	-47
	Escenario III	-342	-518	-583	-293	-503	-587	-135	-473	-623
Con Bonificación	Escenario I	934	355	85	1.353	633	281	2.039	1.019	511
	Escenario II	432	34	-146	614	132	-96	1.122	414	68
	Escenario III	-224	-415	-490	-142	-375	-472	16	-344	-508

El valor económico del suelo (VES), indica la rentabilidad del proyecto de inversión bajo una cierta tasa de descuento, dentro del rango de valores de crecimiento analizados. Dicho de otra manera el VES es el valor máximo que se puede pagar por el suelo cuando al proyecto se le exige una cierta rentabilidad, por ejemplo en el escenario II costos y precios probables, con crecimientos de 21 m^3/ha/año, con una tasa de descuento del 6%, se podría pagar por hectárea de terreno hasta $971.000. Interpolando, a este proyecto podría exigirsele una rentabilidad del 7% y en esas condiciones se podría pagar por la hectárea hasta $628.000.

Pino oregón como la mayoría de las especies de rotaciones prolongadas y en las condiciones actuales de precios y costos resiste en general tasas de descuento del 6%, en sitios buenos y regulares, en algunos casos bajo condiciones de buena silvicultura y sitios apropiados hasta de un 8% y eventualmente un 10%, como puede observarse en el Cuadro 40. Estos son valores considerados buenos para inversiones de largo plazo y que presentan alto grado de seguridad como es el Pino oregón.

Por otra parte, se puede observar que en general Pino oregón puede alcanzar estos valores, en sitios buenos y moderadamente buenos (IS 20 a 24), que permite la obtención de crecimientos elevados. Esta consideración resulta coincidente con la necesidad generalizada de mejorar los niveles en los cuales se practica la silvicultura en el país. No obtante, las mejores rentabilidades se obtienen con una buena selección de sitios y silvicultura cuidadosa.

INFOR

Es interesante considerar que, siendo el área potencial bastante amplia, debe restringirse su utilización a los sitios moderados y buenos, en razón de la sensibilidad que existe para la rentabilidad del cultivo, del factor costos y precios. Por lo que la inversión que se realice en el establecimiento y manejo de la especie debe calibrarse a la calidad del sitio.

• Sitios malos no deben ser utilizados con esta especie para peoducción de madera de calidad.

• Sitios buenos y moderadamente buenos aceptan inversiones que induzcan incrementos en la rentabilidad, es decir orientar la producción a madera de calidad (debobinable y aserrable libre de nudos).

• Se debe evitar "gastos", es decir egresos, que no tengan influencias sobre la rentabilidad, por ejemplo, el subsolado en trumaos, las podas y raleos en sitios malos.

INFOR

8.
OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO OREGÓN, VII - X REGIÓN

8.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se sintetiza el trabajo realizado para identificar las zonas potenciales de establecimiento de Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii*** Mirb.) en Chile, en el marco del proyecto "Potencialidad de Especies y Sitios para una Diversificación Silvícola Nacional".

Para determinar estas zonas es necesario conocer sus requerimientos, edáficos, climáticos o altitudinales de la especie y las características de la zona en estudio, principalmente precipitación, humedad relativa, evapotranspiración potencial, temperaturas, drenaje, textura, profundidad y otras que puedan tener un especial interés.

Una vez determinadas ambas variables se procedió al análisis de ellas con la asistencia de un Sistema de Información Geográfica y Bases de Datos Relacionales.

Para la obtención de las características del área de estudio se consultó literatura de suelos, zonificaciones climáticas y antecedentes topográficos; la escala utilizada es variable aunque predomina 1: 250.000 y 1:500.000. En la identificación de los requerimientos de la especie se consultó bibliografía tanto nacional como extranjera, para realizar una caracterización completa. Finalmente se representaron gráficamente los resultados de los análisis a escala 1:1.000.000.

8.2 RESUMEN DE LAS ÁREAS REGIONALES POTENCIALES PARA PINO OREGÓN

Las superficies totales potenciales por región aptas para la introducción de Pino oregón, se indican en el Cuadro 41. Se debe hacer la salvedad que éstas no han sido corregidas por restricciones como uso de la tierra, capacidad de uso del suelo, áreas silvestres protegidas, bosque nativo e infraestructura, entre otras, lo que unido a la escala de trabajo sólo permite obtener superficies indicativas de su distribución potencial por lo que los datos *no se pueden traducir en superficie útil para plantación.* Un estudio que incluya las restricciones mencionadas y una escala superior de análisis, sin duda proporcionará información de mayor precisión.

INFOR

CUADRO 41
SUPERFICIE POTENCIAL REGIONAL PARA PINO OREGÓN

Región	Área Potencial (ha)	Porcentaje Potencial
VIII Región Del Bío-Bío	585.810	11,31
IX Región De La Araucanía	1.711.071	33,04
X Región De Los Lagos	2.881.971	55,65
TOTAL	5.178.852	100

8.3 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO OREGÓN, VIII - X REGIÓN

8.3.1 Zona de estudio

La zona de estudio para Pino oregón se extiende desde la VII a la X Región, la VI Región fue excluida del análisis, pues sus condiciones no son adecuadas para el establecimiento de plantaciones económicamente rentables.

8.3.2 Información general utilizada

Para la obtención de las características del área de estudio se consultó literatura y cartografía que varía en origen y en escala. En la recopilación de los antecedentes climáticos se utilizó principalmente dos fuentes de información el "Atlas Agroclimático de Chile de las regiones sexta, séptima, octava y novena" (Santibañez y Uribe, 1993) y el "Mapa Agroclimático de Chile" (Novoa S. A., R.; Villaseca C. S., Editores, 1989).

En la obtención de la información de suelos se utilizó principalmente el "Plan de Desarrollo Agropecuario 1965-1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé" (Ministerio de Agricultura; ODEPA; SAG; INIA; IREN, 1968), el que se complementó con variadas fuentes que entregaron información más detallada o cubrieron zonas que el citado plan no consideró.

8.3.3 Información específica utilizada

Para la determinación de las principales limitantes de crecimiento de ***Pseudotsuga menziesii***, se realizó una colección de información desde la bibliografía disponible, determinándose aquellos parámetros críticos para el establecimiento de esta especie.

A continuación se detallarán las propiedades fundamentales del sitio para su buen crecimiento y la metodología empleada en la obtención de dichas características o limitantes.

INFOR

8.3.4 Requerimientos ecológicos de Pino oregón

8.3.4.1 Período vegetativo

Se estableció una duración del período vegetativo para Pino oregón en las regiones VII, VIII, IX y X desde Octubre a Marzo, ambos inclusive, en atención a las observaciones de campo de los investigadores.

8.3.4.2 Días libres de heladas

Pino oregón es una especie naturalmente resistente a las heladas, según se cita en la literatura el número de días libres de heladas fluctúa de 82 a 230 en la costa y de 170 a 200 en las montañas (Fowells, 1965; Bucarey, 1968), con un promedio de 212 y 138 días respectivamente.

Sobre la base de lo anterior, se estableció un promedio anual de días libres de heladas mayor a 80.

8.3.4.3 Humedad relativa

La humedad relativa varía entre 50% y 60% durante el período más seco del día, observándose a menudo valores de entre 80% y 90% (Bucarey, 1968).

La humedad relativa media se determinó con un valor mayor a 50% durante el período vegetativo, para la X Región no se dispone de valores continuos, por esto se asumió como representativo para el período vegetativo, el parámetro de humedad relativa de Merlet B., H. *et al.* (1992), que señala valores superiores a 60% en toda la región para Enero y Junio.

8.3.4.4 Precipitación

Según la literatura los rangos de precipitación anual varían entre 920 mm y 2.500 mm, y durante el verano el monto se acerca a los 300 mm (Bucarey, 1968); otros autores citan una precipitación anual de entre 1.000 y más de 3.000 mm (Fowells, 1965; Elgueta, Calderón y Contreras, 1971, cit. por Droppelmann, 1986).

Para el análisis se consideró una precipitación anual mayor a 920 mm y una precipitación durante el período vegetativo, comprendido entre Octubre y Marzo, mayor a 300 mm.

8.3.4.5 Índice de humedad

El índice de humedad se puede definir como un índice del grado de exceso de agua sobre la necesidad de agua a una estación dada (Organización Meteorológica Mundial, 1987).

Para el caso de Pino oregón el Índice de Humedad mensual en el período vegetativo debe ser mayor a 0,34, sin embargo se aceptan valores inferiores, hasta en dos meses consecutivos o separados. Se seleccionó un índice de humedad de 0,34 valor mínimo de desarrollo de una gran variedad de plantas.

INFOR

Metodología del cálculo del IH:

En la estimación del Índice de Humedad (IH) se conjugaron la precipitación, la evapotranspiración potencial y el balance hídrico. En el cálculo se aplica el siguiente algoritmo, dependiendo del monto de las precipitaciones y de la evapotranspiración potencial :

- Si pp mes > evmes
  IH mes = ppmes / evmes
- Si ppmes < evmes
  IH mes = (admes + ppmes) / evmes

Donde:

IH mes	: Índice de humedad del mes que se está calculando
ppmes	: Precipitación media mensual del mes en cuestión
evmes	: Evapotranspiración potencial media mensual del mes analizado
admes	: Agua disponible remanente en el suelo en el mes sujeto a cálculo

El agua disponible del mes (admes) está en función de la evapotranspiración potencial y de la precipitación de los meses anteriores de la siguiente manera:

- Si en el mes anterior se observó que pp > ev
  ad*mes* = (cc - pm) * Prof
- Si en el mes anterior se observó que pp < ev
  ad*mes* = (ad mes anterior + pp mes anterior - ev mes anterior)

Donde:

cc	: Capacidad de campo del suelo
pm	: Punto de marchitez permanente del suelo
Prof	: Profundidad del suelo, expresada en milímetros
pp mes anterior	: Precipitación media mensual del mes anterior
ev mes anterior	: Evapotranspiración media mensual del mes anterior

La capacidad de campo y el punto de marchitez se obtuvo sobre la base a la textura según el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Madrid (1991).

8.3.4.6 Días óptimos

La temperatura influye sobre procesos como la fotosíntesis y la respiración, íntimamente ligados al crecimiento de las plantas. Se ha demostrado que la combinación de la temperatura del suelo con la temperatura diurna del aire está asociada a la tasa de crecimiento en Pino oregón. De esta forma la tasa máxima de crecimiento (tasa = 1), se logra cuando la temperatura del aire es de 30°C y la temperatura del suelo es de 20°C, y la mitad de este crecimiento (tasa = 0,5) cuando la temperatura diurna del aire es de 15°C y la de suelo de 10°C. Si se toman dos días de crecimiento con tasa 0,5 es igual al de un día de tasa máxima (Greaves R.D.; Hermann R.K.; Cleary B.D., 1978. Cleary B.D.; Waring R.H., 1969).

Un día óptimo se define como aquel en que la tasa de crecimiento es 1 o máxima.

INFOR

En sitios con Pino oregón, de 100 años, con alturas entre 45,72 m y 60,96 m se registran como mínimo 70 días de máximo crecimiento, en sitios con alturas entre 21,34 m y 45,72 m se registran como mínimo 45 días con tasa de crecimiento igual a uno (Greaves *et al.*, 1978). Ambos casos en las montañas Siskiyou de Oregón, Estados Unidos.

Para este análisis se determinó que los sitios favorables para el crecimiento de la especie deben tener como mínimo 45 días óptimos.

Metodología empleada para la estimación de los días óptimos:

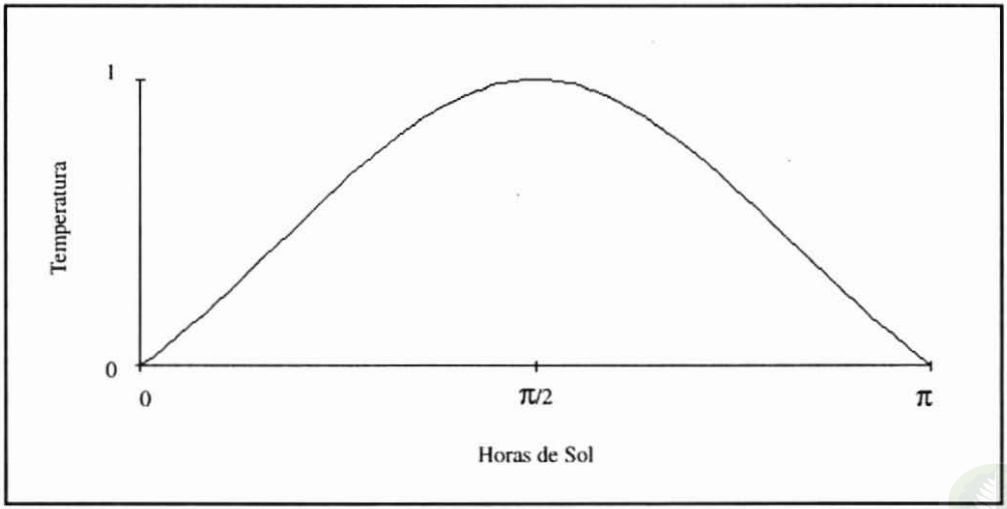
Para la obtención de los parámetros climáticos se utilizó el texto de Santibañez y Uribe (1993) y el "Mapa Agroclimático de Chile" (Novoa, R. *et al.*, 1989). Los datos utilizados fueron los siguientes:

- Temperatura máxima media mensual (Tmax);
- Temperatura media mensual (Tmed); y,
- Temperatura del suelo media mensual (Tsue) = Tmed - 2 °C
- Horas de sol diarias medias mensuales (Hr_sol) =

$$\frac{\text{"Insolación media diaria" o "Horas de sol diarias medidas"}}{\text{(1-nubosidad)}}$$

Un quinto parámetro, la temperatura media mensual de las horas de sol, se estimó según el siguiente algoritmo y bajo el supuesto de que la distribución de las temperaturas a lo largo del día es equivalente a la curva del seno, donde el máximo del seno corresponde a la temperatura máxima diaria, la que ocurre en la mitad de las horas sol, tal como se ilustra en la figura siguiente (Baskerville y Emin, 1969).

EQUIVALENCIA ENTRE LAS HORAS DE SOL Y TEMPERATURA CON LA CURVA DEL SENO



Para la obtención de los días óptimos se calculó, en primer lugar, para cada una de las horas de sol diarias, su equivalencia en grados, de acuerdo a la siguiente ecuación :

$X_i = 90° * Hora\ i * 2 / Hr_sol,$
donde:
X i : Correspondencia en grados de la Hora i de sol
Horai : Corresponde a una hora específica del día sol : 1, 2 ,..., Hr_sol
Hr_sol : Horas de sol diarias medias mensuales

A continuación se procede al cálculo de la temperatura media correspondiente a cada hora de sol mensual:
$Y\ i = Tmax * sen\ (X\ i),$
Donde:
Y i : temperatura media calculada para cada hora i.
Tmax : temperatura máxima mensual.

Finalmente se procede a calcular el promedio diario mensual de la temperatura de las horas de sol:

$Prom\ Y\ i = (S\ Yi) / Hr_sol, \quad i = 1, 2,..., Hr_sol$

Con los datos del promedio diario mensual de la temperatura de las horas de sol (Prom Y i) y la temperatura del suelo (Tsue) se puede obtener los coeficientes de crecimiento correspondientes a dichas temperaturas.

A partir de los coeficientes antes mencionados se obtiene el valor de los Días Óptimos Mensuales y Días Óptimos del Período Vegetativo, de la siguiente forma:

Días óptimos mensuales = Coeficiente obtenido * n° de días del mes en cuestión
Días óptimos del período vegetativo = S días óptimos mensuales del período vegetativo

Se excluye de la sumatoria todos aquellos meses cuyo Índice de Humedad sea inferior a 0,34, debido a que no cumplen las necesidades de agua requeridas.

8.3.4.7 Temperatura mínima absoluta

La temperatura mínima absoluta en la distribución de las principales masas comerciales de Pino oregón alcanza -34°C en invierno, por esta razón en el análisis con el Sistema de Información Geográfico se incluirán todas las áreas cuya mínima absoluta sea superior a -34°C .

Además se incluyeron las zonas que presenten una temperatura mínima durante los meses del período vegetativo mayor a -4°C. Este parámetro no es condicionante para el establecimiento de Pino oregón, sino una restricción en su crecimiento.

INFOR

8.3.4.8 Drenaje del suelo

Para el desarrollo de sitios potenciales se incluirán todos aquellos suelos que presenten un drenaje bueno, moderado o excesivo.

8.3.4.9 Altitud

La especie presenta una distribución que la ubica desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm en su límite sur y hasta los 900 msnm en su límite norte (Fowells, 1965).

En el análisis altitudinal se consideraron todos aquellos lugares ubicados a menos de 1.800 msnm y 900 msnm en el límite norte.

8.4 ZONAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PINO OREGÓN, VII - X REGIÓN

8.4.1 Área potencial para Pino oregón en la VII Región del Maule

En la VII Región, no existen lugares que presenten aptitud para el crecimiento de Pino oregón. La principal limitante es el Índice de Humedad.

8.4.2 Área potencial para Pino oregón en la VIII Región del Bío-Bío

La VIII Región presenta un 15,36% de la superficie regional, que es potencialmente apta para la plantación de Pino oregón. La zona potencial se distribuye principalmente en la precordillera y cordillera andina desde la altura de Los Angeles al sur hasta el límite regional; una franja ubicada alrededor de los 71°67'O desde los 36°87'S al sur hasta el límite regional; y en el oeste de la Cordillera de Nahuelbuta. Tal como se aprecia en la ilustración correspondiente (Anexo VI).

Del análisis de las limitantes y su influencia para la plantación de ***Pseudotsuga menziesii*** en la VIII Región, se concluye que los parámetros más restrictivos corresponden a *Índice de Humedad, Días óptimos* y *Precipitación.*

En el Cuadro 42, se indica el resumen de las áreas que aporta cada limitante, su distribución y clasificación.

INFOR

CUADRO 42

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Índice de humedad	21,00	La zona apta se ubica en la precordillera y cordillera andina desde la altura de Los Angeles al sur hasta el límite regional; una franja ubicada aproximadamente alrededor de los 71°40'O desde los 36°53'S al sur hasta el límite regional; en la costa entre Arauco y Lebu; y en el oeste de la Cordillera de Nahuelbuta.	Este parámetro genera una gran restricción a nivel regional para el establecimiento de la especie.
Días óptimos	26,04	La distribución de la zona que cumple la limitante es muy similar a la del índice de humedad, agregándose una área de regular tamaño al sur oriente de Concepción y una banda que atraviesa la región de norte a sur-poniente hacia el este de Chillán y Los Angeles.	Los días óptimos son altamente restrictivos para el establecimiento de la especie en la VIII Región.
Precipitación	35,24	La zona que cumple se encuentra ubicada en la precordillera y cordillera andina y en el oeste de la Cordillera de Nahuelbuta.	La precipitación promedio del período vegetativo es altamente restrictiva para el establecimiento del Pino Oregón en la VIII Región
Temperatura mínima absoluta	73,88	El área apta abarca todo el valle central y la costa.	Este parámetro es poco restrictivo.
Drenaje del suelo	92,70	El área que posee el drenaje requerido se ubica en toda la costa, precordillera y cordillera andina. En el valle central se excluyen importantes áreas cercanas a Chillán y Los Angeles.	El drenaje del suelo no es una limitante importante para el establecimiento del Pino Oregón en la Región.
Altitud	94,54	Se excluye la parte alta de la cordillera de los Andes.	Este parámetro no presenta un mayor impedimento para el establecimiento de la especie.
Humedad relativa	98,26	Se excluye una zona ubicada en la alta cordillera.	La humedad relativa no es una limitante importante.

INFOR

Cuadro 42/ DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA VIII REGIÓN *(continuación)*			
Limitante	**Porcentaje aproximado**	**Distribución**	**Clasificación**
Días libres de heladas	100	La totalidad de la región cumple esta condicionante.	Las heladas no son un factor limitante para el establecimiento del Pino Oregón en esta zona.
Área potencial total para Pino oregón	15,36	La zona potencial se distribuye principalmente en la precordillera y cordillera andina desde la altura de Los Angeles al sur hasta el límite regional; una franja ubicada aproximadamente alrededor de los 71°67'O desde los 36°87'S al sur hasta el límite regional; y en el oeste de la Cordillera de Nahuelbuta.	

8.4.3 Área potencial para Pino oregón en la IX Región de La Araucanía

La IX Región presenta 53,79% del área regional, potencialmente apta para la plantación de Pino oregón. Esta zona se distribuye en porciones de la Cordillera de los Andes; en prácticamente toda la precordillera; en el valle central desde un poco al norte del Río Toltén hasta el límite con la X Región; y en todo el límite oeste con la VIII Región (Anexo VI).

Los parámetros más restrictivos en la región son *Índice de Humedad, Precipitación* y *Días óptimos.*

En el Cuadro 43, se indica el resumen de las áreas que aporta cada limitante, su distribución y clasificación, según los análisis realizados.

CUADRO 43
DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA IX REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Índice de humedad	59,06	Se excluye en la zona central una amplia zona que comienza en el límite con la VIII Región y continua hasta más al sur de Temuco; además de porciones intermitentes en la franja costera.	Este parámetro genera una restricción media a nivel regional.
Temperatura mínima absoluta	66,12	El área favorable se ubica en el valle central y la costa, a excepción de una zona al oeste de Angol ; y en zonas aisladas en la cordillera andina.	Este factor es medianamente restrictivo.

INFOR

Cuadro 43/ DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA IX REGIÓN *(continuación)*

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Precipitación	67,39	La zona apta se ubica en la precordillera y cordillera andina, a excepción de un área en esta última cerca de Lonquimay; en la zona central a excepción de una amplia zona que comienza en el límite con la VIII Región y continua hasta más al sur de Temuco.	La precipitación promedio del período vegetativo es medianamente restrictiva para el establecimiento del Pino Oregón en la IX Región.
Días óptimos	76,34	La distribución de la zona apta abarca el valle central a excepción de un área que comienza al noreste de Victoria, en el límite con la VIII Región, y se extiende hasta un poco más al sur de Temuco; en toda la precordillera y cordillera andina exceptuando algunas zonas aisladas; y en la costa en forma intermitente.	Los días óptimos son poco restrictivos para el establecimiento de Pino oregón en la IX Región.
Drenaje del suelo	93,96	Se eliminan porciones aisladas en la zona costera y valle central.	El drenaje del suelo no es una limitante importante.
Humedad relativa	97,34	La zona desfavorable se ubica en la alta cordillera.	La humedad relativa no es una limitante importante para esta especie en la región.
Altitud	98,18	Se eliminan sectores de la alta cordillera.	La altitud no representa un mayor problema.
Días libres de heladas	100	La totalidad de la región cumple esta limitante	Las heladas no son una limitación para el cultivo de la especie.
Área potencial total para Pino oregón	53,79	La zona potencial se distribuye en porciones de la Cordillera de los Andes; en prácticamente toda la precordillera; en el valle central desde un poco al norte del Río Toltén hasta el límite con la X Región; y en todo el límite oeste con la VIII Región.	

8.4.4 Área potencial para Pino oregón en la X Región de Los Lagos

La X Región cumple con todas las características necesarias para el desarrollo de la especie, la un 43,77% de la superficie regional. La zona potencial se distribuye entre el límite norte y el Canal de Chacao en la zona costera y centro-este principalmente en la Provincia de Chiloé al este y noreste de Castro; y en la Provincia de Palena prácticamente no existe aptitud para la especie (Anexo VI).

INFOR

Las limitantes que menor superficie aportan son *Días libres de heladas, Índice de Humedad, Días óptimos* y *Precipitación en el período vegetativo.*

En el Cuadro 44, se indica el resumen de las áreas que aporta cada limitante, su distribución y clasificación.

CUADRO 44

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN

Limitante	Porcentaje aproximado	Distribución	Clasificación
Días óptimos	67,75	Se elimina prácticamente toda la precordillera y cordillera andina; y una zona al norte de Osorno.	Este parámetro genera una restricción media a nivel regional.
Índice de humedad	67,75	Se elimina prácticamente toda la precordillera y cordillera andina; y una zona al norte de Osorno.	Este parámetro genera una restricción media a nivel regional
Precipitación	70,59	Se elimina un área al norte de Osorno y en forma creciente hacia el sur zonas en la precordillera y cordillera andina.	La precipitación promedio del período vegetativo es poco restrictiva para el establecimiento del Pino Oregón en la X Región.
Drenaje del suelo	80,75	La zona desfavorable se distribuye en la zona central desde el sur de Osorno hasta el Canal de Chacao; y en la Provincia de Chiloé se elimina el área oeste.	El drenaje del suelo es muy poco restrictivo para el establecimiento del Pino Oregón en la región.
Altitud	99,76	Se eliminan sectores de la alta cordillera.	La altitud no representa un mayor impedimento para el establecimiento del Pino Oregón en la región
Días libres de heladas	100	La totalidad de la región cumple esta condicionante.	Las heladas no son un factor limitante.

INFOR

Cuadro 44/ DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE FAVORABLE SEGÚN LIMITANTE EN LA X REGIÓN *(continuación)*			
Limitante	**Porcentaje aproximado**	**Distribución**	**Clasificación**
Humedad relativa	100	Toda la región cumple la restricción.	La humedad relativa no es limitante en esta región para Pino Oregón
Área potencial total para Pino oregón	43,77	La zona potencial se distribuye entre el límite norte y el Canal de Chacao en la zona costera y centro-este principalmente en la Provincia de Chiloé al este y noreste de Castro; y en la Provincia de Palena prácticamente no existe aptitud para la especie.	Las heladas no son una limitación para el cultivo de la especie.
Área potencial total para Pino oregón	53,79	La zona potencial se distribuye en porciones de la Cordillera de los Andes; en prácticamente toda la precordillera; en el valle central desde un poco al norte del Río Toltén hasta el límite con la X Región; y en todo el límite oeste con la VIII Región.	

INFOR

9.
RECOMENDACIONES

El Pino oregón es una especie cuya madera es altamente conocida y cotizada en los mercados internacionales.

Al momento de considerar invertir en plantaciones con esta especie, hay que tener en cuenta que:

- Sus principales usos son, en general, madera de alta calidad, y también madera estructural.
- Según los antecedentes recopilados, para lograr productos de ese tipo, se requieren rotaciones largas e intensivas prácticas de manejo (raleos, podas, etc.).
- Para lograr una buena producción, y madera de calidad, es importante considerar el mejoramiento genético de la especie, dada su variabilidad entre y dentro de procedencias, dándole prioridad al mejoramiento de caracteres correspondientes a calidad de la madera, más que a crecimiento.
- Comparada con Pino radiata, la madera de Pino oregón es de mejor calidad, y la especie es capaz de desarrollarse en sitios marginales para aquella.
- En Chile ya se han detectado algunas zonas de buen crecimiento para la especie, entre las que destacan la zona costera de la VIII Región y la precordillera andina de la VIII y IX regiones.
- En cuanto a su manejo, la especie no presenta mayores problemas en su viverización y plantación.
- Como recomendaciones para el manejo, se pueden observar las alternativas expuestas en la presente revisión.

Uno de los aspectos de mayor incidencia en la rentabilidad de estos proyectos es el costo de mano de obra, ya que explica en un alto porcentaje las diferencias resultantes tanto en el escenario III como en el I respecto de la situación II. También, el valor de las plantas tiene un efecto directo en la rentabilidad de este cultivo.

Como se desprende de la variabilidad observada en las tablas de resultados económicos, debe ponerse gran cuidado en todas las etapas que constituyen la cadena de valor, desde la elección acertada del sitio, la preparación de las plantas, la plantación y su cuidado, manejo del bosque y su cosecha.

INFOR

En relación al mercado de productos de Pino oregón se puede indicar que aún no existen operaciones de compra y venta de madera libre de nudos, en volumen considerable. De igual forma, en la medida que no exista una oferta de mayor cuantía no se puede reconocer una demanda por trozas pulpables de Pino oregón.

INFOR

BIBLIOGRAFÍA

ALDHOUS. R. 1972. Nursery practice. London: Her Majesty's Stationary Office. Forestry Commision Bulletin 43. 148 p.

ANDERSON, W; GESSEL, S. 1966. Effects of nursery fertilization on outplanted Douglas-fir. J. Forestry 64 (2): 109.112.

AUSSENAC, G.; GRANIER, A.; NAUD, R. 1982. Influence d'une éclaircie sur la croissánce et le bilán hydrique d'une jeune peuplement de Douglas (***Pseudotsuga menziesii*** (Mirb.) Franco). Canadian Journal of Forest Research 12(2): 222-231.

AUSSENAC, G.; GRANIER, A. 1988. Effects of thinning on water stress and growth in Douglas-fir. Canadian Journal of Forest Research 18(1): 100-105.

AUSSENAC, G.; OSWALD, H. 1986. Ecophysiologie, croissance et sylviculture du Douglas en France. En: IUFRO World Congress, 18th. Proceedings Div. 1 Vol 1; Ljubjana, Sept 7-21, 1986: 285-297.

BAKER, G. 1988. Seasonal growth characteristic of Red beech, Corsican pine, Ponderosa pine, Radiata pine and Douglas fir nursery seedlings. New Zealand Forestry 32(4): 22-24.

BASKERVILLE, G.L.; EMIN, P. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. Ecology 50(3):514-517.

BONNER, T. 1974. Seeds of woody plants in the United States. USDA, Agricultural Handbook n° 450.883 p.

BORER, F. 1982. Water regime of a dominant Douglas-fir stand in a forest stand. Mitteilungen, Eidgenossische Anstalt fur das Forstliche Versuchsweden, Switserland 58(1): 3-162.

INFOR

BOUTEN, W.; HEIMOVAARA, T .; TIKTAK, A. 1992 Spatial patterns of through fall and soil water dynamics in a Douglas-fir stand. Water Resources Research 28(12): 3227-3233.

BRIX, H. 1970. Effect of light intensity on growth of Western hemlock and Douglas-fir seedlings. Canadian Forest Service Bi-monthly. Research Note: 34-35.

BRIX, H.; MITCHELL, A. 1986. Thinning and nitrogen fertilization effects on soils and tree water stress in a Douglas-fir stand. Canadian Journal of Forest Research 16(6): 1334-1338.

BRUN, W. 1963. Análisis fustal y mecánico de un Pino oregón. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 61 p.

BUCAREY, B. 1968. El género ***Pseudotsuga***. Publicación Científica 12 de la Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 12 p.

BURSCHEL. P.; HUSS, J. 1987. Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Editorial Paul Parey. Hamburg, Alemania. 352 p.

CARMICHEL, L. 1957. Relation of seeding dates to germination of Douglas-fir seed. Northwest Science 31: 177-182.

CARLSON, D.; SHARROW, S.; EMMMINGHAN, W.; LAVENDER, D. 1994. Plant soil water relations in forestry and silvopastoral systems in Oregon. Agroforestry Systems 25(1): 1-12.

CARTER, J. 1983. Caracterización tecnológica del Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii*** Mirb. Franco) crecido en la X Región. Tesis de Grado. Instituto de Tecnología de Productos Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 78 p.

CHACÓN, I. 1995. Decisiones económico-financieras en el manejo forestal. Editorial Universidad de Talca. Talca. Chile. 248 p.

CHANWAY, P.; RADLEY, A.; HOLL, B. 1989. Bacterial inoculation of Lodgepole pine, White spruce and Douglas-fir grown in containers. En: Proceedings, International Mountain Forest Nursery Association (agust 14-18, Bismarck, North Dakota). USDA Forest Service. General Technical Report RM-184: 93-97.

INFOR

CHAVASSE, G. 1977. The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. New Zealand Journal of Forestry 22(2): 283-295.

CHING, K.; LAVENDER, P. 1978. Seeds. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service, Corvallis, Oregon. 287 p.

CLEARLY, D.; GREAVES, D.; OWSTON, W. 1978. Seedlings. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.

CONTRERAS, C. 1982. Índices de Sitio para Pino oregón en la Provincia de Valdivia y sus relaciones con los sitios para Pino insigne. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 52 p.

CONTRERAS, M.; SMITH, B. 1973. Estudio preliminar de incremento y rendimiento de Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii***) en la región sur de Chile. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 78 p.

COWN, J. 1992. New Zealand Radiata Pine and Douglas-fir. Suitability for Processing. FRI Bulletin 168. Forest Research Institute, Rotorua, Nueva Zelanda. 74 p.

CURTIS, O.; MARSHALL, D. 1986. Levels-of-growing-stock cooperative study in Douglas-fir: Report n°8- The LOGS study: twenty years results. USDA Forest Service. Research Paper PNW-356. 113 p.

DANIEL, W.; HELMS, E.; BAKER, S. 1982. Principios de Silvicultura. 2° ed. McGraw Hill. México. México. 492 p.

DELVAUX, Y. 1974. Contribution á l'étude de l'éducation des peuplements. XIII. Tables pour l'éclaircies numériques. Station de Recherches des Eaux et Forêts. Groenendaal - Hoeilaart. Belgique. Traveaux-Série B 38.

DÍAZ-VAZ, E.; CUEVAS, H.; FERNANDEZ, A.; INZUNZA, L. 1988. Características tecnológicas de ***Pseudotsuga menziesii*** creciendo en Valdivia. Bosque 9(2): 97-101.

DICK, Y. 1962. Period for direct seeding Douglas-fir in the Pacific Northwest. Weyerhaeuser Forestry Res. Note 48. 6p.

INFOR

DREW, J.; FLEWELLING, W. 1979. Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. Forest Science 25(3): 518-532.

DROPPELMANN, J. 1986. Evaluación de un ensayo de procedencias de Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii*** (Mirb.) Franco) de 17 años de edad (Fundo Las Palmas, Valdivia). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, 58 p.

EDGREN, W. 1977. Field survival and growth of Douglas-fir by age and size of nursery stock. USDA Forest Service Research Paper PNW-217. 6p.

EDWARDS, G. 1986. Cone prediction, collection and processing. En: Proceedings: Conifer tree seed in the Inland Mountain West Symposium. Missoula, Montana, August 5-6, 1985. USDA Forest Service General Technical Report INT-203: 78-102.

EDWARDS, K. 1989. The effects of mineral nutrition on hardening-off of conifer seedlings. En:Proceedings, International Mountain Forest Nursery Association (agust 14-18, Bismarck, North Dakota). USDA Forest Service. General Technical Report RM-184. 98-102.

EMANUELLI, P. 1991. Funciones locales de volumen y ecuaciones de crecimiento para un rodal de Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii*** (Mirb.) Franco) establecido en la precordillera andina de la Provincia de Bío-Bío. Memoria de Título. Facultad de Ciencias Agronómicas, Veterinarias y Forestales, Universidad de Concepción. Concepción. 101 p.

EVERSOLE, R. 1955. Spacing tests in a Douglas-fir plantation. Forest Science 1:14-18.

FENTON, R. 1976. Douglas fir profitability. New Zealand Journal of Forestry Science 6(1):80-100.

FOWELLS, A. 1965. Silvics of Forest Trees of the United States. USDA Agriculture Handbook 271. 762 p.

GARMAN, H. 1955. Regeneration problems and their silvicultural significance in the coastal forest of British Columbia. British Columbia Forest Service Technical Publisher T 41.67 p.

INFOR

GERDING, V. 1961. Control químico de malezas en platabandas de trasplante de un vivero forestal. Tesis de Grado. Departamento de Silvicultura, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 182 p.

GONZÁLEZ, M. 1969. Desarrollo de una plantación de Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii*** (Mirb.) Franco) durante su primer período vegetativo. Influencia de la calidad de plantas, abonos, sistema y época de plantación. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile. Valdivia. 66 p.

GRANIER, A. 1987. Evaluation of transpiration in a Douglas fir stand by means of sap flow measurements. Tree Physiology 3(4): 309-319.

GREAVES, D.; HERMANN, K. 1978. Planting and seeding. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.

GREAVES, D.; HERMANN, K.; CLEARLY, D. 1978. Ecological Principles. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.

GROSS, K. 1988. Net photosintesis, biomass production and water use efflciency in young Norway spruce and Douglas fir, given long- term variations in water supply in the field. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 159(11-12): 230-239.

GROSSE, H. 1988. Funciones de volumen y factor de forma para ***Pseudotsuga menziesii*** (Pino oregón). Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 65-70.

GROSSE, H. 1994. Algunas especies forestales promisorias para Chile. Tercer Taller Silvícola: «Diversificación y Silvicultura. Nuevas experiencias»: Fundación Chile-Grupo Silvícola-CONAF. Concepción. Chile. 69-91 p.

GROSSE, H.; KANNEGIESSER, U. 1988. Investigación para el manejo de las plantaciones de Pino oregón y ***Sequoia sempervirens***. Informe final Proyecto INFOR-CORFO. 176 p.

HARRINGTON, T.; PABST, R.; TAPPEINER, J. 1994. Seasonal physiology of Douglas-fir sapling: response to microclimate in stands of tanoak or pacific madrone. Forest Science 40(1): 59-82.

INFOR

HARRIS, M. 1985. Effects of site and silviculture on wood density of Douglas fir grown in Canterbury Conservancy. New Zealand Journal of Forestry 30 (1): 121-132.

HEDDERWICK, W. 1968. Prolonged drying of stratified Douglas-fir seed affect as laboratory germination. New Zealand Forest Service Research Leafl. 19: 2.

HERMANN, K. 1964. Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedlings. Tree Plant. Notes 64: 7-11.

HERMANN, K. 1978. Reproduction Systems. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.

HERRERA, S. 1968. Pudrición radicular en plántulas de Pino insigne ***(Pinus radiata*** D. Don), Pino oregón ***(Pseudotsuga menziesii)*** y Nogal negro ***(Juglans nigra)***. Agricultura Técnica 28(1): 43-48.

INFOR. 1985. Compendio de tablas auxiliares para el manejo de plantaciones de Pino insigne. Santiago, Chile. Manual N°-14. 140 p.

INFOR. 1995a. Precios de productos forestales chilenos, actualizados al primer semestre de 1994. Boletín Estadístico 37. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 102 p.

INFOR. 1995b. Boletín de precios forestales 49. Instituto Forestal. Santiago. Chile. 102 p.

INFOR. 1995c. Antecedentes del mercado de Pino oregón. Programa Nacional de Diversificación Forestal. Convenio INFOR/CONAF. Valdivia. Chile.

INFOR-CONAF. 1995. Proyecto de desarrollo campesino, Cordillera de la Costa, Cuenca del Río Imperial. 75 p.

INIA. 1989. Mapa agroclimático de Chile. Santiago. Chile. 221 p.

ISAAC, A. 1943. Reproductive habits of Douglas-fir. US Forest Service. Charles Lathrop Pack Forestry Foundation. Washington. 107 p.

INFOR

ISAAC, A.; DIMOCK, J. 1958. Silvical characteristics of Douglas-fir var menziessi. USDA, Forest Service. PNW Silvical Series 9.

JAMES, N.; REVELL, H. 1978. Some effects of variation in initial stocking levels of Douglas-fir. En James, N.; Bunn, H. (eds). A review of Douglas-fir in New Zealand. FRI Symposium 15:138-146.

JENKINSON, L.; NELSON, A. 1986. Winter sowing for production of 1:0 Douglas-fir planting stock. En: Proceedings: Combined Western Forest Nursery Council and Intermountain Nursery Association Meeting, August 12-15, 1986, Tumwater, Washington. USDA Forest Service General Technical Report RM-137: 35-50.

JIMENEZ, R. 1994. Evaluación del comportamiento de algunas coníferas introducidas en la Provincia de Arauco. Tesis de Grado. Escuela de Ingeniería Forestal. Facultad de Recursos Naturales. Universidad de Talca. Talca, Chile. 68 p.

JOLY, R.; ADAMS, W.; STAFFORD, S. 1989. Phenological and morphological responses of mesic and dry site sources of coastal Douglas-fir to water deficit. Forest Science 35(4): 987-1005.

JOHNSTON, R.; GRAYSON, J.; BRADLEY, T. 1967. Forest Planning. London, Faber & Faber Limited. 541 p.

KANNEGIESSER, U. 1988. Descripción básica del Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii***). Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 57-63.

KANNEGIESSER, U. 1989. Apuntes sobre Pino oregón 2. Regeneración natural de la especie. Ciencias e Investigación Forestal 3(1): 109-117.

KARL, M.; DOESCHER, P. 1993. Regulating competition on conifer plantation with prescribed cattle grazing. Forest Science 39(3): 405-418.

KEATING, B. 1978. Position statement Wellington Conservancy. FRI Symposium 15: 363-367.

KEIM, H. 1994. Pino oregón: Descripción, silvicultura y evaluación física y económica a partir de antecedentes obtenidos en parcelas permanentes. Tercer Taller Silvícola: «Diversificación y Silvicultura. Nuevas experiencias»: Fundación Chile-Grupo Silvícola-CONAF. Concepción. Chile. 93-102 p.

INFOR

KOWALIK, P.; BORGHETTI, M; BUSONI, E.; SANESI, G.; VENDRAMIN, G. 1988. Measured and simulated water relations in a Douglas-fir forest during the development of drought in the Apenines, central Italy. Forest Ecology and Management 25(3-4): 181-194.

KUNSTMANN, E.; OSORIO, M.; PEREDO, H. 1986. Identificaciones micológicas en viveros forestales de la X Región de Chile. Bosque 7(1): 51-56.

LAMBERT, H.; WEINDENSAUL, C. 1982. Copper requeriments of container-grown conifer seedlings. Canadian Journal Forest Research 12(4): 848-852.

LAVENDER, P. 1978. Seeds, cone collection, processing and storage. En: Regenerating Oregon's Forests. Clearly, D.; Greaves, D.; Hermann, K. Editores. Oregon State University, Extension Service. Corvallis, Oregon. 287 p.

LEDGARD, J.; BELTON, C. 1985. Exotic trees in the Canterbury High Country. New Zealand Journal of Forestry Science 15(3): 298-323.

LOPUSHINSKY, W.; MAX, T. 1990. Effect of soil temperature on root and shoot growth and on budburst timing in conifer seedling transplants. New Forests 4(2): 107-124.

McARDLE, E.; MEYER, H.; BRUCE, D. 1961. The yield of Douglas-fir in the Pacific Northwest. USDA. Technical Bulletin 201.74 p.

MERLET B., H.; CÁRDENAS G., M. I.; HEYER V., C. 1992. Zonificación agroclimática de la X Región. CIREN. Santiago, Chile. Chile hortofrutícola 27:10-15.

MILLER, E. 1969. Can auger planting improve survival of Douglas-fir seedlings. USDA Forest Service. Research Note PNW-99. 8 p.

MILLER, E.; PIENAAR, V. 1973. Seven year response of 35 year old Douglas-fir to nitrogen fertilizer. USDA Forest Service. Research Paper PNW-165. 24 p.

MILLER, E.; REUKEMA, L. 1977. Urea fertilizer increases growth of 20-year-old thinned Douglas-fir on a poor quality site. USDA Forest Service. Research Note PNW-291. 8 p.

INFOR

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES DE MADRID. 1991. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología. 3ª ed. Madrid, España. 572 p.

MULLINS, E.; MCKNIGHT, S. (ed.). 1981. Canadian Woods. Their properties and uses. University of Toronto Press. Toronto, Búfalo y Londres. 389 p.

OLDENKAMP, L.; SMILDE, K. 1966. Cooper defiency in Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb) Franco). Plant and Soil 25(1): 150-152.

OLIVER, D.; MURRAY, D. 1983. Stand structure, thinning prescriptions and density indexes in a Douglas-fir thinning study, western Washington, USA. Canadian Journal of Forest Research 13:126-136.

ORGANIZACIÓN METEREOLÓGICA MUNDIAL. 1987. Glosario de términos usados en la agrometeorología (edición aumentada). Informe CagM N°20. Traducción al español: Raisa M. Ruíz C. Ginebra. Suiza. 189 p.

OSWALD, H.; PARDE, J. 1984. Le Douglese en France: Sylviculture et production. Revue Forestière Francaise 36 (Special issue): 56-68.

PÉREZ, V. 1982. Propiedades mecánicas y asociadas del Pino oregón ***(Pseudotsuga menziesii)*** creciendo en Chile. Informe Técnico 85. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 17 p.

PÉREZ, V. 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Documento de Trabajo 47. Instituto Forestal. Santiago, Chile.

PRADO, J.; BARROS, S.; WRANN, J.; ROJAS, P.; BARROS, D.; AGUIRRE, S. 1986. Especies forestales exóticas de interés económico para Chile. Santiago, Chile. Instituto Forestal. División Silvicultura; Corporación de Fomento de la Producción. 168 p.

RADWAN, A.; CROUCH, L.; WARD, S. 1971. Nursery fertilization of Douglas-fir seedlings with different forms of N_2. USDA Forest Service. Research Paper PNW-113. 8 p.

REUKEMA, L. 1968. Growth response of 35 year old, Site V Douglas-fir to nitrogen fertilizer. USDA Forest Service. Research Note PNW-86. 9 p.

INFOR

REUKEMA, L. 1972. Twenty one year development of Douglas-fir stands repeatedly thinned at varing intervals. USDA Forest Service. Research Paper PNW-141. 23p.

REUKEMA, L. 1975. Guidelines for precommercial thinnig of Douglas-fir. USDA Forest Service. General Technical Report PNW-30. 10 p.

REUKEMA, L. 1979. Fifty-year development of Douglas-fir stands in Washington planted at various spacings. USDA Forest Service. Research Paper PNW-253. 21p.

REUKEMA, L.; BRUCE, D. 1977. Effects of thinning on yield of Douglas-fir: concepts and some estimates obtained by simulation. USDA Forest Service. General Technical Report PNW58.36 p.

ROCUANT, L. 1967. Análisis de las plantaciones de Pino oregón (***Pseudotsuga menziesii*** Mirb. Franco) en Chile. Circular Informativa 18. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. 27 p.

RODRÍGUEZ, G. 1975. Antecedentes sobre tres especies forestales exóticas en la Provincia de Malleco. Tesis de Grado. Universidad de Concepción. Los Angeles. 135 p.

SANTIBÁÑEZ, F.; URIBE, M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones VI - VII - VIII y IX. Universidad de Chile. Ministerio de Agricultura. Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. 99 p.

SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR FORSTEN. 1993. Wertästung. Merkblatt 1. Freistaat Sachsen. Alemania. 10 p.

SCHOPMEYER, S. Ed. 1974. Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook N°450. USDA Forest Service. Washington D.C. 883 p.

SERRA, M. 1987. Dendrología de coníferas y otras gymnospermas. Apuntes Docentes 2. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 264 p.

SMITH, H.; WALTERS, J. 1961. Prune large immature Douglas-fir now. University of B.C. Faculty of Forest Research. Research Note 30.

INFOR

STAEBLER, R. 1956. Evidence of shock following thinnig on young Douglas-fir. Journal Forestry 54:339.

STROTHMANN, O. 1971. Douglas-fir survival and growth in response to spring planting date and depth. USDA Forest Service. Research Note PSW-228. 5 p.

STROTHMANN, O. 1972. Douglas-fir in Northern California: effects of shade on germination, survival and growth. USDA Forest Service. Research Paper PSW-84. 10 p.

SUTTON, R. 1978. A selective review of Douglas-fir in North America. FRI Symposium 15: 310-322.

THIVOLLE-CAZAT, A. 1983. Première éclaircie dans le douglas. Annales de Recherches Sylvicoles. Afocel 1984: 339-372.

TOVAL, G.; VEGA, G.; PUERTO, G.; JENKINSON, L. 1993. Screening Douglas-fir for rapid early growth in Common-Garden. Tests in Spain. USDA Forest Service. Pacific Southwest Research Station. General Technical Report PSW-GTR-146. 43 p.

VALDIVIESO, J. 1970. Triazinas y carbón vegetal en siembras de Pino oregón. Tesis de Grado. Instituto de Silvicultura y Reforestación, Facultad de Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 41 p.

VAN DEN DRIESSCHE, R. 1963. Nursery experiments with Douglas-fir. Commonwealth Forest Review 42 (3): 242-254.

VAN DORSSER, C. 1978. Nursery practice for Douglas-fir. FRI Symposium 15: 204-209.

WEST, G. 1991. Douglas-fir, Japanese Larch, and European Larch in pure and mixed stands. New Zealand Journal of Forestry Science 21(1): 3-9.

WILLIAMSON, L. 1982. Response to commercial thinnings in a 110 year old Douglas-fir stand. USDA Forest Service. Research Paper PNW-216. 16 p.

WORTHINGTON, P.; STAEBLER, R. 1961. Commercial thinnigs of Douglas-fir in the Pacific Northwest. USDA Forest Service Technical Bulletin 1230.124 p.

INFOR

ZAERR, B.; LAVENDER, P. 1972. Some guidelines for planting 2:0 Douglas-fir in Oregon. A preliminary report. Oregon State University. Sch. Forestry Research Lab. Research Note 53.3 p.

INFOR

ANEXOS

INFOR

ANEXO I

CUADRO RESUMEN PINO OREGÓN

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PINO OREGÓN

Ítem	Comentario	Citas bibliográficas
Tolerancia y requerimientos	Es una especie pionera y clímax. Tolerancia media a baja a intensidad de luz, Tolerancia media a temperaturas bajas o altas; temperatura media anual 10,3 °C; temperatura mínima media 3 a 6 °C. Alta tolerancia al stress hídrico. Tolerancia media a escasa fertilidad de suelos. Requiere precipitación mayor a los 920 mm. Requiere alta humedad relativa (50-60% en verano; a menudo se observa entre 80 y 90%). Logra su mejor desarrollo en suelos bien drenados. Requiere buena aireación. Requiere pH ácido (4,5 a 6,5). Evita los suelos pesados ya sean orgánicos o minerales. Alto riesgo de daño por heladas tardías. El período libre de heladas debe ser superior a los 80 días. Presenta una muy escasa tolerancia a la competencia a nivel radicular. Crece tanto en montañas como en planos, desde el nivel del mar hasta los 1.800 msnm	Bucarey (1968) Burschel y Huss (1987) Fowells (1965) Greaves *et al.* (1978) Toval *et al.* (1993)
Crecimiento	Culmina su crecimiento en altura a los 25 años. Su crecimiento en volumen culmina a los 40 años. Presenta el mayor crecimiento en la zona de Lautaro, Temuco y norte de Los Lagos. En la costa de la VIII Región y precordillera andina de la IX, se puede esperar un rendimiento medio que supera los 20 m^3/ha/año	Bucarey (1968) Burschel y Huss (1987) Contreras y Smith (1973) Contreras (1982) Emanuelli (1991) Grosse (1988) Grosse (1994) Prado *et al.* (1986)
	Sitios de mayor productividad según Emanuelli (1991): 1. Cautín. 2. Alrededores de Collipulli y zona de Villarrica. 3. Zonas de Concepción y Valdivia	
	Incrementos medios anuales observados en Chile: Volumen: 11 a 18,9 . Altura: 0,32 a 1,14 m/año. DAP: 0,44 a 1,66 cm/año	

INFOR

Ítem	Comentario	Citas bibliográficas
Producción de semillas	A partir de los 10 años y cerca de los 4,5 m de altura. En Chile, las semillas maduran desde mediados a fines del verano (febrero-marzo). La diseminación comienza cerca de dos semanas después de la maduración. La producción es variable año a año. Su dispersión alcanza un radio de 1,5 veces la altura de los árboles. Un árbol maduro creciendo en lugar abierto produce cerca de 450 gr de semillas al año. Rendimiento medio: 82.000 semillas /kilógramo	Fowells (1965) Grosse y Kannegiesser (1988) Kannegiesser (1988)
Recolección de conos	Solamente durante dos a tres semanas. La semilla está madura cuando el tamaño del embrión es de un 90% del tamaño de la cavidad de la semilla	Lavender (1978)
Extracción de semillas	Colocar los conos en lugar sombreado que permita un paulatino secado al aire y apertura para extraer las semillas. Secar los conos en hornos, a temperaturas de 32 a 43 °C, por 2 a 48 horas. Separa las semillas mediante cribas, ventiladores o vibradores	Ching y Lavender (1978) Schopmeyer (1974)
Almacenamiento de semillas	En recipientes sellados.La semilla debe tener entre 6 y 9 % de humedad. La temperatura de almacenamiento debe ser de 0 a 4,5 °C. Para almacenamiento a largo plazo se requiere temperaturas de -5 °C. Mínimo de pureza y viabilidad exigidos: 95% por unidad de peso. Viabilidad: 70%	Ching y Lavender (1978) Lavender (1978) Schopmeyer (1974)
Tratamientos pregerminativos	Sus semillas sufren dormancia. Para homogenizar y acelerar la germinación se utiliza la estratificación. Tratamiento: remojo de las semillas en agua a temperatura ambiente por 24 a 48 horas o hasta que tengan un contenido de humedad de 60 a 70%. Posteriormente almacenar en bolsas plásticas entre 0 y 4,5 °C, por 6 a 8 semanas en operaciones de vivero. La estratificación por más de 80 días hace posible la germinación a temperaturas menores a 15 °C. Períodos más cortos favorecen la velocidad de germinación a 20 ó 30 °C	Grosse y Kannegiesser (1988) Lavender (1978) Schopmeyer (1974)
Viverización	En tubetes o bolsas; a raíz desnuda, en platabandas y luego transplante. Profundidad de siembra: 3 mm a 1 cm	Baker (1988) Clearly *et al.*, (1978) Chanway *et al.* (1989) Gerding (1981). Grosse y Kannegiesser (1988) Kunstmann *et al.* (1989)
	Época de siembra: Plantas para ser llevadas a terreno en otoño: siembra a fines de otoño (abril a junio). Plantas para ser llevadas a terreno en primavera: siembra en invierno. En Chile la siembra para producir plantas 2:0 ó 1:2 se inicia a más tardar en septiembre. Densidad final: 190 a 540 plantas/m^2 Plantas a raíz desnuda: es conveniente realizar podas de raíces y descalces para aumentar el vigor y la resistencia a transplantes entre otros.	

INFOR

Ítem	Comentario	Citas bibliográficas
Viverización	Los riegos por aspersión deben mantenerse todo el período de emergencia, distanciándose a fines de verano para suprimirse en otoño.La especie es sensible a las deficiencias de cobre, requiriendo para su óptimo crecimiento una concentración de 3 ppm en el suelo. El uso de fertilizantes secundarios (Ca, Mg y B) afectan la densidad de plántulas emergentes. Las plántulas requieren un 59% de sombra en las primeras etapas de su vida. Problemas sanitarios: pudrición de raíces con ***Fusarium spp*** entre otros. Responde bien a inoculaciones con micorrizas y bacterias. Control de malezas debe ser hecho con precaución porque hay productos que producen mortalidad de plantas o afectan su crecimiento	
Plantación	Elección de plantas en base a relación altura/diámetro y no por altura. Edad mínima para llevar a terreno: es de 2 años de vivero. Es posible que con siembras tempranas, las plantas sean apropiadas para la plantación con un año de vivero. Trasladar las plantas a terreno en completa dormancia. La elección del sitio requiere especial atención, sobre todo en zonas con heladas. En la selección del sitio se deben considerar aquellos que permitan lograr madera de la mejor calidad (crecimiento está negativamente relacionado con la resistencia de la madera). La precipitación es un parámetro altamente relacionado con el crecimiento	Baker (1988) Bucarey (1968) Burschel y Huss (1987) Cown (1992) Chavasse (1977) Fenton (1976) Graves y Hermann (1978) Grosse y Kannegiesser (1988) Jenkinson y Nelson (1986) Ledgard y Belton (1985)
	Época de plantación: otoño, invierno o primavera. En Chile es usual plantar la especie entre julio y septiembre. Plantar con azadón plantas a raíz desnuda es el método más efectivo. Respecto de la densidad de plantación no existe consenso; se indican 1.100 ó 3.100 plantas/ha. Fertilizar al momento de la plantación genera una muy favorable respuesta	
	Se recomienda plantarlo desde el río Bío Bío al sur. Rotación normal de plantaciones comerciales extranjeras, 50 a 70 años. Realizar cortas de limpieza. La siembra directa es viable en terrenos poco accesibles y escarpados	
Raleos	En términos generales el raleo aumenta el rendimiento útil de un bosque, lo que también se relaciona con la calidad de la madera. Se recomienda realizar un raleo precomercial o a desecho cuando los árboles presentan una altura promedio de 3 a 5 m. La intensidad de raleo se expresa a través de índices de densidad, como el número de árboles. Se recomienda extraer 25 a 33% de los individuos, pero sin disminuir en más de un 40% el área basal	Bucarey (1968) Fowells (1965) Fenton (1976) Grosse y Kannegiesser (1988) Harris (1985) Toval *et al.* (1993)

INFOR

Ítem	Comentario	Citas bibliográficas
Raleos	Algunos autores recomiendan ralear a desecho a los 20 años dejando 740 árboles/ha. En tanto que a los 35 años se puede ralear comercialmente dejando 370 árb/ha. Otra tendencia indica que el primer raleo debe efectuarse dentro de los 10 primeros años de la plantación. La altura es independiente de la densidad del rodal, por lo que el efecto del raleo sobre el incremento en altura es bajo, e incluso puede ser negativo. De esta manera, árboles jóvenes presentan buena respuesta al raleo, pero si esto es muy drástico se puede producir la pérdida de crecimiento en altura. La densidad de la madera no se vería afectada por el raleo. Para nuestro país se recomienda una densidad final de 100 arb/ha	Bucarey (1968)
Poda	La poda natural es muy lenta. La poda artificial es imprescindible para obtener madera de buena calidad. Posible esquema de poda si la meta final es árboles de 45 cm de diámetro: primera poda hasta los 2 a 3 metros cuando el DAP sea 10 a 12 cm y la siguiente a los 6 m, cuando se alcance un DAP de 12 a 16 cm	Bucarey (1968) Cown (1992) Fowells (1965) Sächsische Land für For. (1993)
Fertilización	El nitrógeno es el principal elemento para su crecimiento en la costa noroeste de Estados Unidos. Este se incorpora al suelo aplicando urea o nitrato de amonio. Se aplican también otros fertilizantes compuestos que incorporan fósforo, potasio y azufre. Con dosis de 160 kg/ha de fertilizantes, se pueden lograr incrementos de 30% en diámetro; 37% en altura y 55% en volumen. Si se combinan raleos con fertilización el efecto sinérgico logra incrementos de más de 100% respecto del 50% que se logra si sólo se fertiliza o ralea	Daniel *et al.*, (1982) Grosse y Kannegiesser (1988) Miller y Pienaar (1973)
Cosecha	Generalmente se emplea la tala rasa, a no ser que se desee regenerar el bosque naturalmente	Hermann (1978)
Aspectos genéticos	Presenta amplia variabilidad genética ya sea entre procedencias como dentro de la procedencias lo que posibilita un programa de mejoramiento genético. En general, las mejores procedencias para climas mediterráneos, en cuanto a su crecimiento en altura, corresponden a zonas con estaciones de crecimiento prolongados, regímenes lluviosos favorables, suelos de buen drenaje e inviernos fríos pero no rigurosos, con alta influencia costera. La densidad de la madera es un parámetro fundamental para seleccionar genéticamente, y presenta alta variabilidad entre las procedencias. Para las zonas de Valdivia y Villarrica, las mejores procedencias en cuanto a crecimiento, son aquellas áreas altitudinales bajas de la costa de Oregón y Washington	Dropplemann (1986) Harris (1985) Rocuant (1967) Toval *et al.* (1993)

INFOR

Ítem	Comentario	Citas bibliográficas
Madera	Usos: madera aserrada; tableros contrachapados; construcciones; madera estructural, postes, pilotes, durmientes de trenes, puentes, estacas para minas, crucetas, marcos, puertas y ventanas, pisos, muebles, chapas y terciados, terminaciones interiores, cajones, envases, tonelería, madera laminada; pulpa kraft; construcciones de botes y barcos	Crown (1992) Mullins y McKnight (1981) Pérez (1982) Pérez (1983)
	Las propiedades de la madera de Nueva Imperial son menores que las de Villarrica, y las de ésta son similares a las de Pino oregón crecido en la costa de Estados Unidos. En general, las propiedades de Pino oregón son mejores que las de Pino radiata. Las propiedades de la madera están fuertemente afectadas por aspectos genéticos y del sitio, por lo que se deben considerar ambos aspectos en la determinación de los productos a obtener	

INFOR

ANEXO II
RESUMEN DE COSTOS PINO OREGÓN

COSTO DE ESTABLECIMIENTO ($/ha)

Ítem		PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Roce	Mano de obra	7.362	22.086	117.792	7.362	22.086	58.896	0	11.043	29.448
	Ropa de seguridad	97	216	950	97	216	475	0	108	237
	Materiales	119	265	1.162	119	265	731	0	132	290
	Total	**7.579**	**22.567**	**119.904**	**7.579**	**22.567**	**60.102**	**0**	**11.283**	**29.976**
Reducción desechos		0	65.000	110.000	0	65.000	65.000	0	0	60.000
Cortafuego	Maquinaria	9.843	10.937	12.030	9.843	10.937	12.030	9.843	10.937	12.030
Cerco	Mano de obra	15.460	23.190	30.920	15.460	23.190	30.920	15.460	23.190	30.920
	Ropa de seguridad	204	227	249	204	227	249	204	227	249
	Insumos	41.086	45.652	50.217	41.086	45.652	50.217	41.086	45.652	50.217
	Total	**56.751**	**69.068**	**81.386**	**56.751**	**69.068**	**81.386**	**56.751**	**69.068**	**81.386**
Control de Malezas pre-plantación	Maquinaria	9.456	10.638	11.820	9.456	10.638	11.820	9.456	10.638	11.820
	Ropa de seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Insumos	14.337	26.550	42.834	14.337	21.240	29.205	14.337	15.930	23.364
	Total	**23.793**	**37.188**	**54.654**	**23.793**	**31.878**	**41.025**	**23.793**	**26.568**	**35.184**
Preparación de Suelos	Subsolados	0	0	0	0	0	0	0	0	34.000
	Tractor agrícola	0	0	0	0	0	0	23.400	25.740	0
Plantación	Mano de obra	5.577	10.225	17.529	5.577	10.225	17.529	4.957	9.088	15.579
	Ropa de seguridad	74	100	141	74	100	141	65	89	126
	Materiales	59	80	103	59	80	113	52	71	100
	Insumos	50.000	100.000	158.006	50.000	100.000	158.006	44.440	88.880	141.326
	Fletes	1.800	2.450	3.100	1.800	2.450	3.100	1.800	2.450	3.100
	Total	**57.510**	**112.855**	**178.879**	**57.510**	**112.855**	**178.889**	**51.315**	**100.578**	**160.232**
Fertilización	Mano de obra	0	0	9.438	0	0	9.438	4.194	6.292	8.389
	Ropa de seguridad	0	0	76	0	0	77	41	45	50
	Insumos	0	0	14.795	0	0	14.795	12.105	20.175	29.590
	Materiales	0	0	4	0	0	4	3	3	5
	Total	0	0	24.310	0	0	24.310	16.343	26.515	38.029
Control de malezas post-plantación puntual	Mano de obra	1.277	1.841	2.454	1.277	1.841	2.454	1.277	1.841	2.454
	Ropa de seguridad	21	23	26	21	23	26	21	23	26
	Materiales	7	8	8	7	8	9	7	8	9
	Insumos	6.726	7.473	8.221	6.726	7.473	8.221	4.804	5.338	8.221
	Total	**7.981**	**9.345**	**10.708**	**7.981**	**9.345**	**10.709**	**6.059**	**7.210**	**10.709**

INFOR

COSTO DE MANEJO

Ítem		PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Desbroce 1	Mano de obra	0	20.246	26.994	0	20.246	26.994	0	0	0
	Ropa de seguridad	0	145	218	0	145	220	0	0	0
	Materiales	0	220	242	0	220	242	0	0	0
	Total	**0**	**20.611**	**27.454**	**0**	20.611	**27.456**	**0**	**0**	**0**
Desbroce 2	Mano de obra	0	0	26.994	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	0	0	218	0	0	0	0	0	0
	Materiales	0	0	242	0	0	0	0	0	0
	Total	**0**	**0**	**27.454**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Fertilización	Mano de obra	0	0	0	0	0	11.155	0	0	8.389
	Ropa de seguridad	0	0	0	0	0	66	0	0	50
	Materiales	0	0	0	0	0	5	0	0	4
	Insumos	0	0	0	0	0	7.398	0	0	14.795
	Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**18.623**	**0**	**0**	**23.237**
Raleo a desecho	Mano de obra	4.908	7.362	9.816	4.908	7.362	9.816	0	0	0
	Ropa de seguridad	29	32	36	29	32	36	0	0	0
	Materiales	112	124	137	112	124	137	0	0	0
	Total	**5.049**	**7.519**	**9.988**	**5.049**	**7.519**	**9.988**	**0**	**0**	**0**
Primer Raleo Comercial	Mano de obra	28.046	42.069	63.103	39.965	59.948	79.930	0	0	0
	Marcación	982	1.472	1.963	982	1.472	1.963	0	0	0
	Ropa de seguridad	167	186	230	238	264	291	0	0	0
	Materiales	639	710	878	910	1.012	1.111	0	0	0
	Total	**29.833**	**44.436**	**66.174**	**42.095**	**62.696**	**83.295**	**0**	**0**	**0**
Segundo Raleo Comercial	Mano de obra	47.608	71.411	95.215	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	283	315	346	0	0	0	0	0	0
	Materiales	1.085	1.205	1.326	0	0	0	0	0	0
	Total	**48.976**	**72.931**	**96.887**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Primera Poda	Mano de obra	24.540	36.810	49.080	24.540	36.810	49.080	0	0	0
	Ropa de seguridad	104	116	127	104	116	127	0	0	0
	Materiales	74	82	90	74	82	90	0	0	0
	Total	**24.718**	**37.008**	**49.298**	**24.718**	**37.008**	**49.298**	**0**	**0**	**0**

INFOR

COSTOS DE MANEJO ($/ha) *(continuación)*										
Ítem		**PO3011**	**PO3012**	**PO3013**	**PO3021**	**PO3022**	**PO3023**	**PO3031**	**PO3032**	**PO3033**
Segunda Poda	Mano de obra	29.448	44.172	58.896	29.448	44.172	58.896	0	0	0
	Marcación	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	125	139	153	125	139	153	0	0	0
	Materiales	189	210	231	189	210	231	0	0	0
	Total	**29.762**	**44.521**	**59.280**	**29.762**	**44.521**	**59.280**	**0**	**0**	**0**
Tercera Poda	Mano de obra	17.178	25.767	34.356	0	0	0	0	0	0
	Marcación	736	1.104	1.472	0	0	0	0	0	0
	Ropa de seguridad	73	81	89	0	0	0	0	0	0
	Materiales	110	122	135	0	0	0	0	0	0
	Total	**18.097**	**27.075**	**36.052**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

COSTOS DE COSECHA ($/ha)

Ítem		**PO3011**	**PO3012**	**PO3013**	**PO3021**	**PO3022**	**PO3023**	**PO3031**	**PO3032**	**PO3033**
Volteo	Mano de obra	98.160	147.240	196.320	87.117	130.676	174.234	92.025	138.038	184.050
	Ropa de seguridad	584	649	714	519	576	634	548	609	670
	Materiales	2.236	2.485	2.733	1.985	2.205	2.426	2.096	2.329	2.562
	Total	**100.980**	**150.374**	**199.767**	**89.620**	**133.457**	**177.293**	**94.669**	**140.975**	**187.282**
Madereo	Maquinaria	1.227.018	1.349.720	1.616.548	1.088.979	1.197.877	1.434.686	1.150.330	1.265.363	1.515.514
Caminos		198.446	220.493	239.553	211.500	235.003	256.580	250.875	278.748	306.625
Campamento		19.440	21.600	23.760	20.704	23.004	25.304	24.300	27.450	30.195

COSTOS DE MANTENCIÓN ($/ha)

Ítem		**PO3011**	**PO3012**	**PO3013**	**PO3021**	**PO3022**	**PO3023**	**PO3031**	**PO3032**	**PO3033**
Costos de mantención	Cortafuego	7.340	7.875	8.411	7.340	7.875	8.411	7.340	7.875	8.411
	Caminos	0	0	0	0	0	0	0	0	0

INFOR

COSTOS DE ADMINISTRACIÓN ($/ha)

Ítem	PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Supervisión	9.817	14.725	19.633	9.817	14.725	19.633	9.817	14.725	19.633
Seguro de Incendios	2.921	3.246	3571	2.921	3.246	3571	2.921	3.246	3.571

COSTOS DE PROTECCIÓN FORESTAL ($/ha)

Ítem		PO3011	PO3012	PO3013	PO3021	PO3022	PO3023	PO3031	PO3032	PO3033
Control y combate de incendios		2.570	2.856	3.142	2.570	2.856	3.142	2.570	2.856	3.142
Guardería		2.203	2.448	2693	2.203	2.448	2693	2.203	2.448	2693
Control Plagas y Enfermedades	Control de conejos	4.354	4.838	5.322	4.354	4.838	5.322	4.354	4.838	5.322

INFOR

ANEXO III
RESUMEN DE INGRESOS

INGRESOS POR PRODUCTO

Productos	Primer Raleo			Segundo Raleo			Cosecha		
	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha
PO3011									
Madera libre de nudos	0	0	0	0	0	0	5	24	973.320
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0	10	48	1.946.640
Madera aserrable	20	8	180.488	30	29	654.269	50	240	5.414.640
Madera pulpable	80	32	384.640	70	68	817.360	35	168	2.019.360
Total	**100**	**40**	**565.128**	**100**	**97**	**1.471.629**	**100**	**480**	**10.353.960**
PO3012									
Madera libre de nudos	0	0	0	0	0	0	5	24	693.336
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0	10	48	1.386.672
Madera aserrable	20	8	152.072	30	29	551.261	50	240	4.562.160
Madera pulpable	80	32	331.616	70	68	704.684	35	168	1.736.448
Total	**100**	**40**	**438.688**	**100**	**97**	**1.255.945**	**100**	**480**	**8.378.616**
PO3013									
Madera libre de nudos	0	0	0	0	0	0	5	24	413.328
Madera debobinable	0	0	0	0	0	0	10	48	826.656
Madera aserrable	0	8	123.656	30	29	448.253	50	240	3.709.680
Madera pulpable	100	32	278.560	70	68	591.940	35	168	1.462.440
Total	**100**	**40**	**402.216**	**100**	**97**	**1.040.193**	**100**	**480**	**6.412.104**
PO3021									
Madera libre de nudos	0	0	0	0	0	0	8	34	1.378.870
Madera aserrable	30	17	383.537	0	0	0	57	243	5.482.323
Madera pulpable	70	40	480.800	0	0	0	35	149	1.790.980
Total	**100**	**57**	**864.337**	**0**	**0**	**0**	**100**	**426**	**8.652.173**

INFOR

INGRESOS POR PRODUCTO / *Continuación*									
Productos	**Primer Raleo**			**Segundo Raleo**			**Cosecha**		
	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha	Porcentaje (%)	Volumen m^3/ha	Ingresos $/ha
PO3022									
Madera libre de nudos	0	0	0	0	0	0	8	34	982.226
Madera aserrable	30	17	323.153	0	0	0	57	243	4.619.187
Madera pulpable	70	40	414.520	0	0	0	35	149	1.540.064
Total	**100**	**57**	**737.673**	**0**	**0**	**0**	**100**	**426**	**7.141.477**
PO3023									
Madera libre de nudos	0	0	0	0	0	0	8	34	585.548
Madera aserrable	30	17	262.769	0	0	0	57	243	3.756.051
Madera pulpable	70	40	348.200	0	0	0	35	149	1.297.045
Total	**100**	**57**	**610.969**	0	0	**0**	**100**	**426**	**5.638.644**
PO3031									
Madera aserrable	0	0	0	0	0	0	65	292	6.587.812
Madera pulpable	0	0	0	0	0	0	35	158	1.899.160
Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	100	**450**	**8.486.972**
PO3032									
Madera aserrable	0	0	0	0	0	0	65	292	5.550.628
Madera pulpable	0	0	0	0	0	0	35	158	1.633.088
Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	100	**450**	**7.183.716**
PO3033									
Madera aserrable	0	0	0	0	0	0	65	292	4.513.444
Madera pulpable	0	0	0	0	0	0	35	158	1.375.390
Total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	100	**450**	**5.888.834**

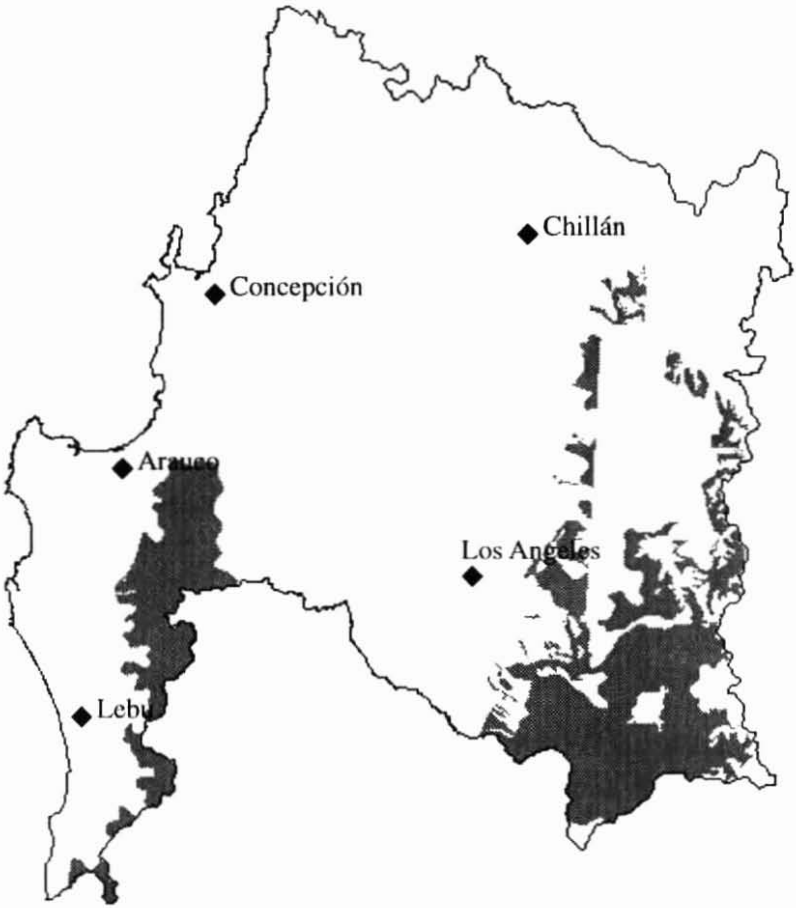
INFOR

ANEXO IV

ILUSTRACIÓN DE LAS ÁREAS POTENCIALES REGIONALES

INFOR

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINO OREGÓN
VIII REGIÓN

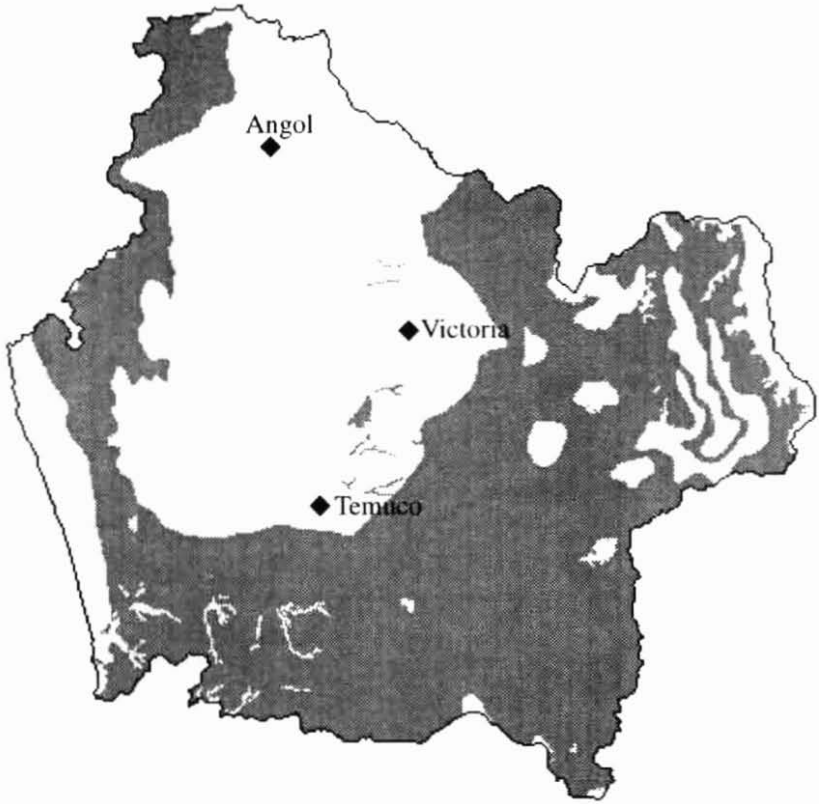


Zona apta

Zona no apta

INFOR

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINO OREGÓN
IX REGIÓN

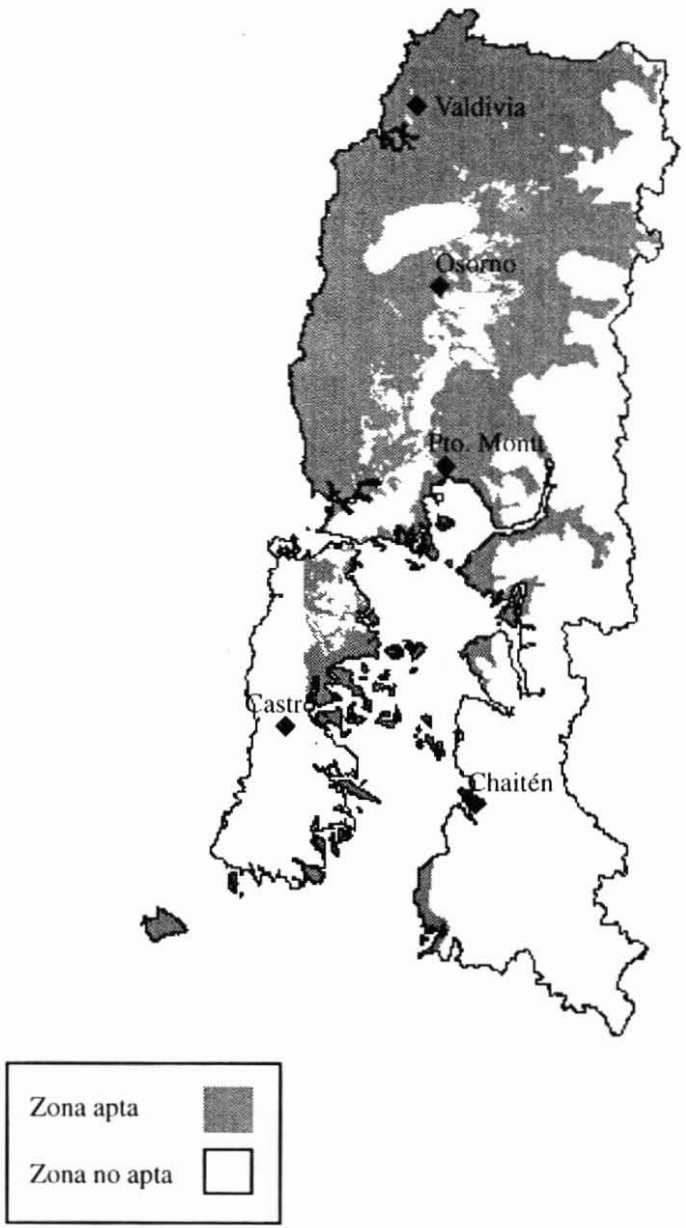


Zona apta

Zona no apta

INFOR

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE PINO OREGÓN
X REGIÓN



INFOR

PINO oregón

Para mejorar el potencial económico de la actividad silvicola del país, el Ministerio de Agricultura dio inicio el año 1994 a una campaña de Diversificación, la cual se materializó con la creación de un programa específico llevado a cabo por CONAF.

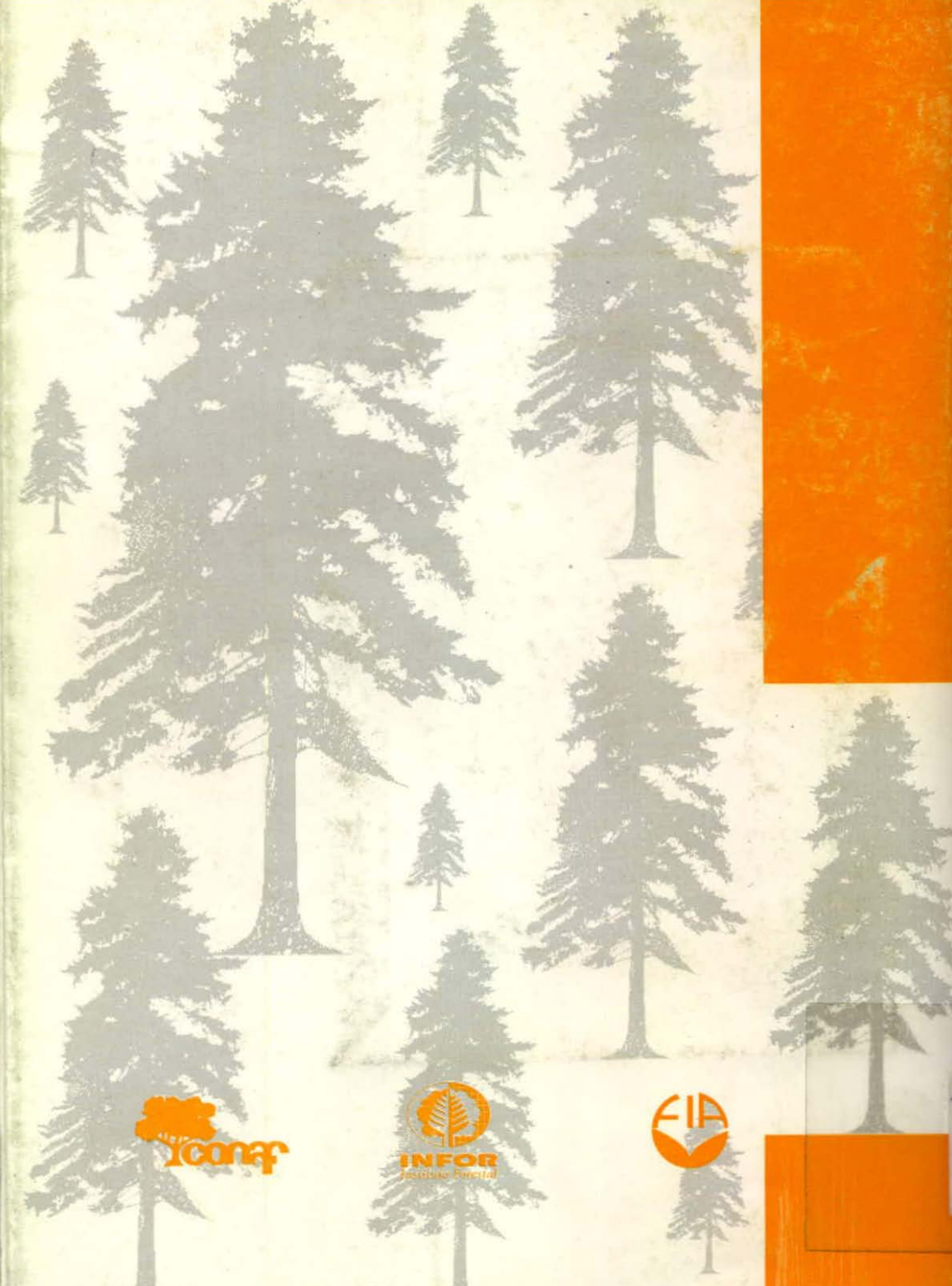
Su propósito ha sido generar una Política Nacional de Diversificación, cuyo principal objetivo se orienta a optimizar el uso económico del suelo sobre la base de la ampliación de las opciones de cultivo y de esta forma integrar con propiedad la actividad forestal a la segunda fase del modelo exportador chileno.

En lo social se procura la integración de nuevos sectores a las actividades y beneficios que proporciona el desarrollo forestal diversificado, provocando positivos impactos ambientales por la vía de incrementar la superficie arbolada del territorio nacional.

La diversificación es en suma un proceso de ampliación a gran escala de nuevas opciones de cultivo forestal destinados a mejorar la capacidad productora y exportadora del país, en el marco que fija el uso sustentable de los recursos naturales renovables.

1752

INFOR


Conaf
INFOR
Innovación Forestal
FIA